

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии сборки и сварки конькового узла фермы

УДК – 621.791:692.5:624.072.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Абдуманнап Хуснияр Улугбек улы		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Романцов И.И.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Томск – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Абдуманнап Хуснияр Улугбек улы

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки конькового узла фермы	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
------------------------------------------	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Цель работы - разработать технологию сборки и сварки полигональных стропильных ферм и предложить план расстановки оборудования в производственном цеху.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Литературный обзор должен быть посвящен общим характеристикам стропильных ферм их классификации и особенностям изготовления 2 В практической части работы необходимо дать краткую характеристику планируемой к изготовлению конструкции 3 Определить перечень операций необходимых для производственного цикла 4 Осуществить обоснованный выбор способа сварки, сварочного оборудования и материалов 5 Выбрать приспособление облегчающее сборку 6 Определить этапы, объемы и методы контроля качества изготавливаемой конструкции 7 Предложить план расстановки оборудования в

	производственном цеху 8 Рассмотреть требования к организации сварочного производства 9 Выполнить анализ конкурентоспособности и ресурсоэффективности разработанной технологии 10 Провести анализ опасных и вредных факторов которые возникают при внедрении технологии в производство 11 Сделать выводы
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1 Отправочная марка стропильной фермы (ФЮРА 301365.004 ВО) 2 ПТД (производственные карты и комплект технологической документации ФЮРА 02190.004)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Обзор литературы	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Описание сварной конструкции	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Разработка технологии	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Комплект технологических документов	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Введение	
Заключение	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2020
------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Абдуманнап Хуснияр Улугбек улы		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1B51	Абдуманнап Хуснияр Улугбек улы

Школа	Неразрушающего контроля	Отделение	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ»
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- районный коэффициент- 1,3; - накладные расходы – 16%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды – 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации
2. <i>Планирование и формирование бюджета проекта</i>	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта Определение затрат на проектирование (смета затрат)
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет интегрального показателя эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Татьяна Борисовна	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1B51	Абдуманнап Хуснияр Улугбек улы		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Абдуманнап Хуснияр Улугбек улы

Школа	Неразрушающего контроля	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Разработка технологии сборки и сварки конькового узла фермы

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Выполнение сварочных работ, заготовка (резка и рубка) стальных листов и профильного уголка, работа со сварочным трансформатором, расплавленным металлом (сварочная ванна), дугой. Рабочее место расположено в цеху 84 м². Имеет естественное и искусственное освещение. В цеху находятся сборочно-сварочные приспособления, полки для операционных карт, компьютер.</i>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<i>ГОСТ 12.0.003-2015 ФЗ от 22.07.2008 N 123-ФЗ СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.018-93 ГОСТ Р 55090-2012 ФЗ-197 СП 53-101-98</i>
2. Производственная безопасность:	<i>Произвести анализ потенциальных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении электросварочных работ на производстве по сборке и сварке металлоконструкции, а также разработать план мероприятий по их снижению:</i> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – психофизические факторы (физические перегрузки, монотонная работа); – неудовлетворительные микроклимат и воздушная среда рабочего участка; – запылённость воздуха; – электробезопасность; – ультрафиолетовое облучение; – неудовлетворительный уровень освещённости рабочего участка; – термическая опасность; – физическое ранение быстро движущейся острой кромкой отрезного диска.
3. Экологическая безопасность:	<i>Рассмотреть:</i> <ul style="list-style-type: none"> – выбросы вредных веществ в атмосферу (сварочный аэрозоль);

	– необходимость осуществлять отдельный сбор и хранение отходов, подвергать их переработке, утилизации или захоронению.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p><i>Определить перечень наиболее возможных ЧС: пожар, взрыв, разрушение зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураган, землетрясение. Наиболее актуальная ЧС – возникновение пожара; Рассмотреть профилактические мероприятия, требования к безопасности и меры по ликвидации её последствий:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла, пожарного крана и пожарного щита;</i> <i>2. обеспечение средствами индивидуальной защиты;</i> <i>3. организационная эвакуация работников.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.03.2020
-------------------------------------------------------------	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романцов Игорь Иванович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Абдуманнап Хусниёр Улугбек улы		

Министерство науки и образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Уровень образования высшее
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
------------------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2020	1. Обзор литературы	10
28.02.2020	2. Описание конструкции	10
15.03.2020	3. Разработка технологии сборки и сварки 1.1. Выбор способа сварки 1.2. Выбор сварочных материалов	10
30.03.2020	1.3. Расчет параметров режима сварки 1.4. Выбор сварочного оборудования	10
05.04.2020	1.5. Методы борьбы со сварочными деформациями	10
20.04.2020	1.6. План раскроя заготовок 1.7. Заготовительные операции	10
05.05.2020	1.8. Сборочные операции	10
15.05.2020	1.9. Сварочные операции 1.10. Контроль качества сварных соединений	10
25.05.2020	4. Комплект технологической документации	10
01.06.2020	5. Заключение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 102 с., 9 рис., 27 табл., 18 источников, 2 прил.

Ключевые слова: стропильная ферма, сборочно-сварочный стенд, сварка в среде защитного газа, производственный цех, технологический процесс.

Объектом разработки является технологический процесс сборки и сварки стропильных ферм, которые служат основным элементом для перекрытия зданий.

Цель работы заключается в разработке технологии сборки и сварки трапецеидальных стропильных ферм и выполнении плана расстановки оборудования в производственном цеху.

В процессе работы был проведен аналитический обзор по литературным источникам, с целью ознакомления с их характеристиками и особенностями изготовления в мировой практике.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был определен перечень необходимых операций для производственного цикла, выбран способ сварки, а также сварочное оборудование, материалы и приспособления, облегчающие сборку. Предложен план расстановки оборудования в производственном цеху. Проведен анализ конкурентоспособности, ресурсоэффективности предлагаемой технологии и анализ вредных и опасных факторов на производстве.

Результаты исследования могут быть применены на предприятиях, занимающихся изготовлением стропильных ферм и других металлоконструкций.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СТП ТПУ 2.5.01-2014 Положение о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете.
2. ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
3. ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
4. ОНТП 09-96 Отраслевые нормы технологического проектирования.
5. ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.
6. ГОСТ 14771-76 Швы сварных соединений. Электродуговая сварка в защитных газах.
7. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная.
8. ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия.
9. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
10. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
11. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
12. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
13. ГОСТ 17.2.3.02-2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ на промышленном предприятии.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

ПТД - проектно-техническая документация;

МП - Механизированная сварка плавящимся электродом в среде углекислого газа;

УССП - Универсальные сборочно-сварочные приспособления;

ОТК - Отдел технического контроля;

ВИК - Визуально-измерительный контроль;

УЗК - Ультразвуковой контроль.

$d_{э.п}$ - Диаметр сварочной проволоки, мм;

$I_{св}$ - Сварочный ток, А;

$U_{св}$ - Напряжение сварки, В;

$V_{св}$ - Скорость сварки, м/ч;

$l_{выл}$ - Вылет сварочной проволоки, мм;

$V_{под}$ - Скорость подачи электродной проволоки, м/ч;

$n_{пр}$ - Общее количество проходов;

$q_{зг}$ - Расход защитного газа, л/ч.

Содержание

Введение.....	15
1 Разбор типов и способов изготовления стропильных ферм.....	17
1.1 Классификация стропильных ферм	17
1.2 Характеристика изделия.....	19
1.3 Анализ способов сварки.....	19
2 Разработка технологии изготовления стропильных ферм.....	22
2.1 Характеристика конькового узла фермы.....	22
2.1 Заготовительные операции	23
2.2 Сборка и сварка.....	24
2.2.1 Выбор сварочных материалов.....	24
2.2.2 Расчет параметров режима сварки	26
2.2.3 Сварочное оборудование	34
2.2.4 Приспособление для сборки и сварки	35
2.2.5 Порядок сборки и сварки.....	36
2.3 Контроль качества	37
2.4 План размещения оборудования в производственном цеху	38
2.5 Требования к организации сварочного производства.....	39
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	42
3.1 Определение потенциального потребителя результатов исследования	42
3.2 Анализ конкурентных технических решений.....	42
3.3 Технология QuaD	44
3.4 SWOT-анализ.....	46
3.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	51
3.6 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика.....	52
3.7 Расчет материальных затрат	56

3.8 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	56
3.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	57
3.10 Накладные расходы	58
3.11 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	59
4 Социальная ответственность	62
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
4.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	62
4.2 Производственная безопасность	63
4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при проведении электр	
4.2.2 Разработка и анализ мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	64
4.3 Экологическая безопасность	74
4.3.1 Влияние производственного процесса на окружающую среду	74
4.3.2 Применяемые мероприятия по защите окружающей среды	75
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении электросварочных работ на производстве	75
4.4.2 Применяемые мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	77
Заключение	79
Список использованных источников	80
Приложение А Комплект технологической документации	82
Приложение Б Отправочная марка	101

Введение

Для перекрытия промышленного здания большей частью используются стропильные фермы. Из-за роста количества предприятий занимающихся изготовлением металлоконструкций наблюдается увеличение конкуренции. Поэтому необходимым условием существования и развития предприятия становится разработка эффективных технологических процессов для повышения производительности, безопасности труда, обеспечения качества выпускаемой продукции и снижения расходов на производство.

Цель работы заключается в разработке технологии сборки и сварки трапецеидальных стропильных ферм и выполнении плана расстановки оборудования в производственном цеху.

Для решения поставленных целей необходимо выполнить следующие задачи:

- определить перечень операций необходимых для производственного цикла;
- осуществить обоснованный выбор способа сварки, сварочного оборудования и материалов;
- выбрать приспособление облегчающее сборку;
- определить методы и объем контроля качества изготавливаемой конструкции;
- предложить план расстановки оборудования в производственном цеху;
- рассмотреть требования к организации сварочного производства;
- выполнить анализ конкурентоспособности и ресурсоэффективности разработанной технологии;
- провести анализ опасных и вредных факторов, которые возникают при внедрении технологии в производство предложить мероприятия по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в случае их возникновения;

В данной работе предлагается использование механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитного газа и сборочно-сварочного

устройства, оснащенного фиксаторами и быстродействующими прижимами. План расстановки оборудования в сборочно - сварочных цехах выполняется с учетом возможности изменения технологических процессов.

В результате работы ожидается получить технологию, которая позволяет производить более качественные изделия с наименьшим временем изготовления в сравнении с конкурентами.

1 Разбор типов и способов изготовления стропильных ферм

1.1 Классификация стропильных ферм

Стропильная ферма состоит из верхнего и нижнего пояса, образующих контур фермы, и решетки, состоящей из стоек и раскосов (рисунок 1.1). Соединение элементов в узлах происходит с помощью фасонек (рисунок 1.2, б) или путем примыкания одних элементов к другим (рисунок 1.2, а) [1].

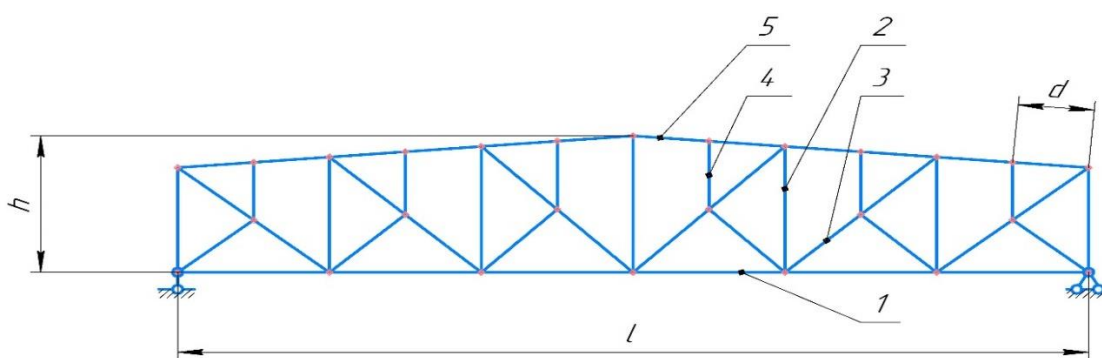


Рисунок 1.1 – Элементы фермы: 1 – нижний пояс; 2 – стойки; 3 – раскосы; 4 – шпренгели; 5 – верхний пояс

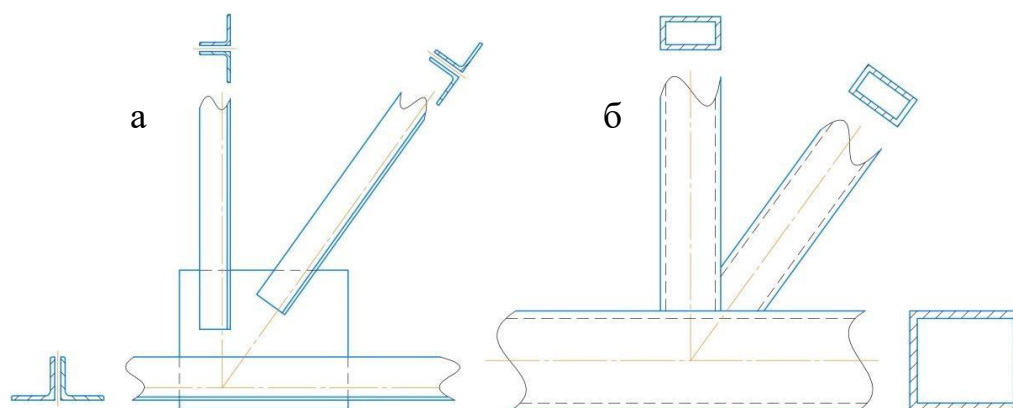


Рисунок 1.2 – Узлы ферм: а – на фасонках; б - с примыканием элементов

Расстояние между соседними узлами поясов называется панелью (d), а расстояние между опорами - пролетом (l). Очертание поясов бывают – полигональные, сегментные с параллельными поясами, трапециевидные, треугольные (рисунок 1.3).

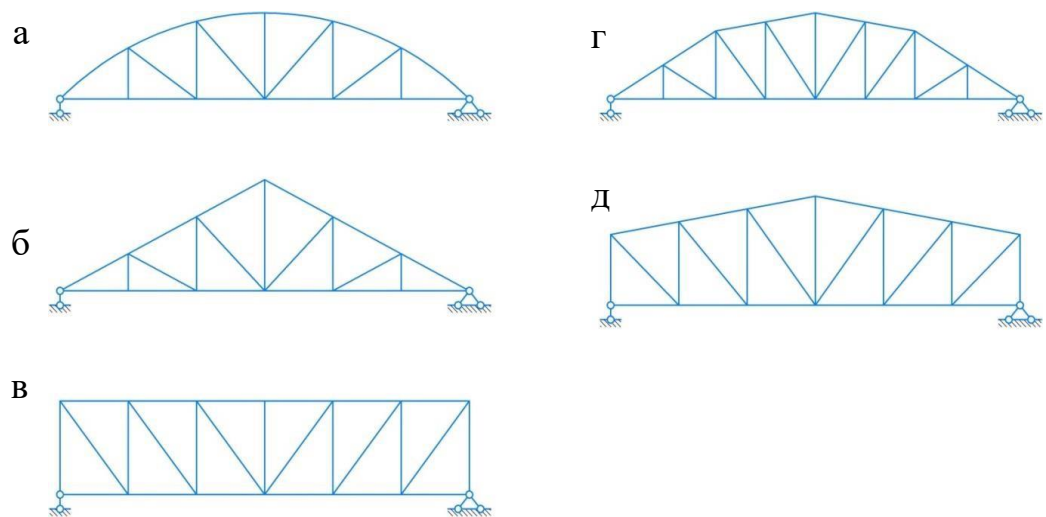


Рисунок 1.3 – Очертания поясов ферм: *а – сегментное; б – треугольное; в – параллельными поясами; г – полигональная; д – трапецидальная*

Тип решетки - треугольная, раскосная, крестовая, ромбическая и прочие представлены на рисунке 1.4.

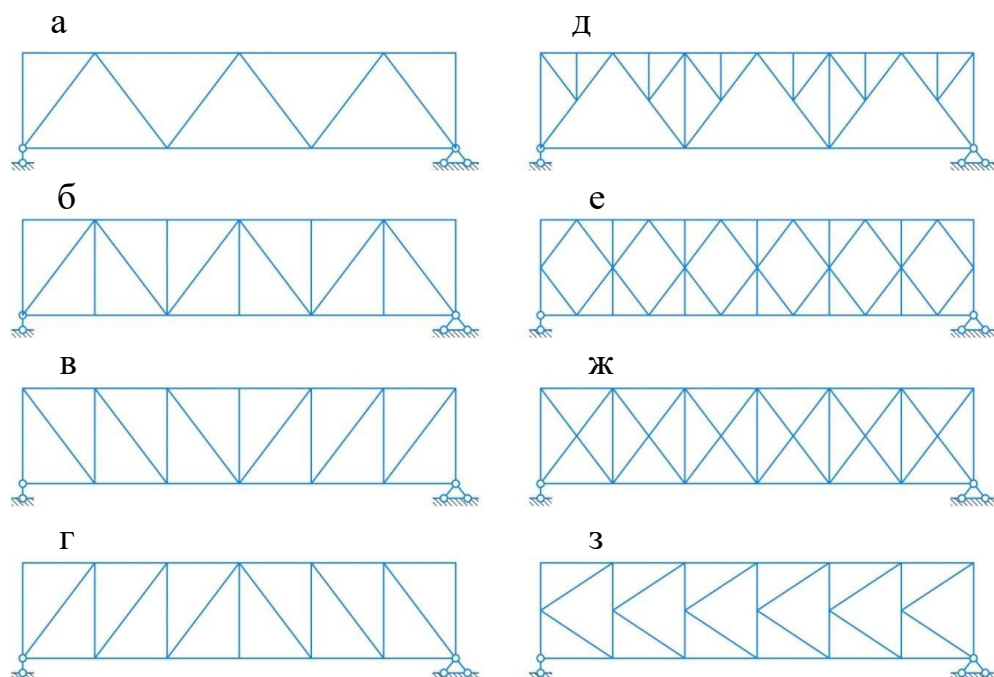


Рисунок 1.4 – Типы решетки ферм: *а - треугольная, б - треугольная с дополнительными стойками, в - раскосная нисходящая, г - раскосная восходящая, д - шпренгельная, е - ромбическая, ж - перекрестная, з – полураскосная*

1.2 Характеристика изделия

Изделие, для которого необходимо разработать технологию изготовления – трапецеидальная стропильная ферма с нисходящей решеткой со стойками (приложение Б).

Габаритные размеры фермы 24000 x 3370 мм. Она состоит из спаренных равнополочных уголков:

- верхний пояс из уголка 110 x 110 x 7 мм;
- нижний пояс 75 x 75 x 5 мм; стойки 55 x 55 x 5 мм;
- раскосы 63 x 63 x 5 мм.

Фасонки, сухари и накладки выполняются из листовой стали толщиной 10 мм.

Для перекрытия промышленного здания габаритными размерами 60 x 18 м необходимо изготовить двадцать два сборочных элемента.

При изготовлении фермы используется листовой (по ГОСТ 82-70) и сортовой прокат (по ГОСТ 8509-93) из стали 09Г2С. Данная сталь является конструкционной низколегированной, низкоуглеродистой, перлитного класса. Сваривается без ограничений и для сталей толщиной менее 30 мм не применяется термическая обработка [5].

1.3 Анализ способов сварки

Согласно техническому заданию и выбранному способу изготовления, процесс сварки происходит в производственном помещении, все сварные швы в изделие имеют незначительную протяженность, и располагаются в удобном нижнем положении.

Помимо этого, заводское изготовление фермы позволяет использовать обширное количество методов сварки, сварочного оборудования и материалов.

Геополитическое расположение завода вблизи экономического центра Тбилиси позволяет выбрать любой доступный способ сварки, который будет наиболее выгоден экономически.

При производстве ферм в заводских условиях чаще используют следующие способы:

- ручная дуговая плавящимся электродом;
- механизированная в среде углекислого газа;
- механизированная самозащитной (порошковой) проволокой.

Рассмотрим достоинства и недостатки способов сварки в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнительный анализ способов сварки

Способ сварки	Достоинства	Недостатки
Ручная дуговая плавящимся электродом	<ul style="list-style-type: none"> - мобильность; - простота настройки параметров режима; - возможность сварки в различных пространственных положениях; - доступность; - низкая стоимость сварочных материалов; - возможность сварки в местах с ограниченным доступом. 	<ul style="list-style-type: none"> - низкая производительность; - необходима, высокая квалификация сварщика; - наличие шлака; - электроды требовательны к условиям хранения; - вредные условия процесса сварки.
Механизированная в среде углекислого газа	<ul style="list-style-type: none"> - высокое качество сварных соединений; - возможность сварки в различных пространственных положениях; - возможность визуального наблюдения - отсутствие шлака; - высокая производительность; - низкая стоимость сварочных материалов. 	<ul style="list-style-type: none"> - высокая интенсивность световой и тепловой радиации дуги; - необходимость в дополнительной защите от ветра; - повышенное разбрызгивание расплавленного металла; - выгорание легирующих элементов.
Механизированная самозащитной (порошковой) проволокой	<ul style="list-style-type: none"> - высокая производительность; - отсутствие необходимости в применении защитных газов; - возможность сварки в местах с ограниченным доступом. 	<ul style="list-style-type: none"> - образование текучих шлаков; - проволока требовательна к условиям хранения; - вредные условия процесса сварки; - большая вероятность образования пор

Проведя сравнительный анализ способов сварки, и исходя, из условий проведения сварочных работ и длины швов предлагается применение механизированной сварки в среде защитного газа проволокой сплошного сечения.

2 Разработка технологии изготовления стропильных ферм

2.1 Характеристика конькового узла фермы

Коньковые узлы стропильных ферм располагаются в месте соединения полуферм. Основным отличием от других узлов является наличие крепления скоб или накладок для установки ферм на монтаже (рисунок 2.1).

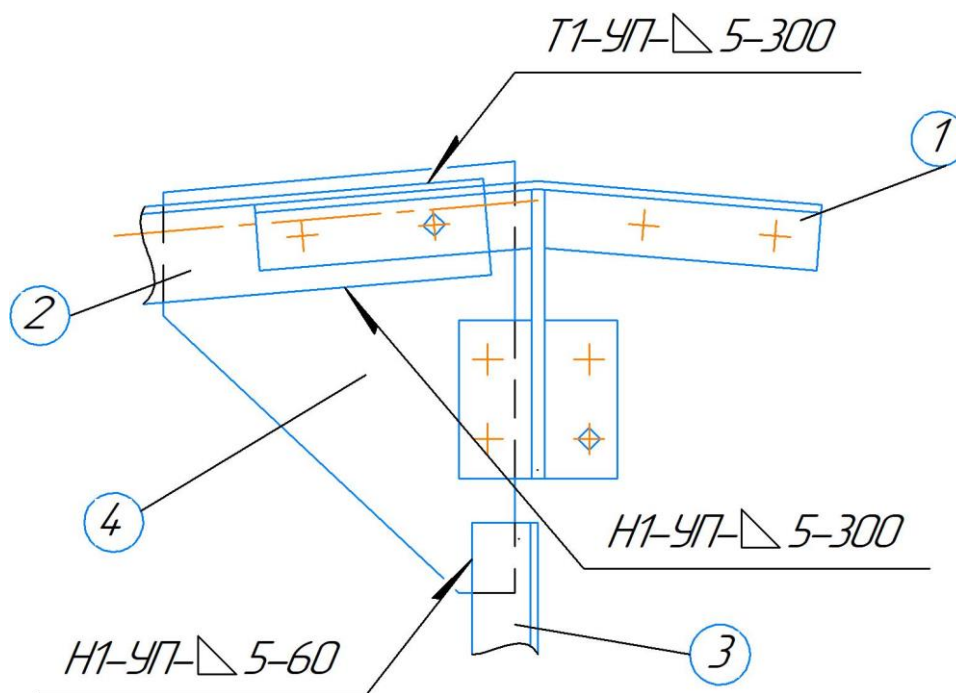


Рисунок 2.1 – Коньковый узел фермы: 1 – накладка, 2 – пара уголков верхнего пояса фермы, 3 – уголок стойки, 4 – фасонка

Ферма состоит из фасонки к которой привариваются стержни фермы. Роль стержней в коньковом узле фермы играет пара уголков верхнего пояса, в нашем случае два равнополочных уголка 110х110х7 длиной 12 м; и один равнополочный уголок стойки 63х63х5 длиной 1,75 м. В качестве стержня стойки используют один уголок из соображений экономии материала, так как при соединении двух полуферм в сечении стойки получаются два скрещенных уголка. Уголок для накладки подбирается так, чтобы он помещался в уголке верхнего пояса и мог обеспечивать плотный контакт. Для стойкости при сборке на монтаже в узле высверливают отверстия под болты, при этом в накладке отверстие делают квадратным. Это делается для того чтобы болты можно было закручивать находясь с одной стороны фермы.

В коньковом узле фермы, также как и в подконьковом, выполняют всего три сварных соединения с каждой стороны. При этом необходимо учитывать тот факт, что уголок верхнего пояса имеет длину 12 м и приваривается ещё в шести узлах. Так как стойка не несет больших нагрузок, площадь контакта с фасонкой достаточно мала. Помимо этого, сам уголок выходит обушком за фасонку. Это необходимо учитывать при сборке конструкции.

2.1 Заготовительные операции

Для того чтобы снизить вероятность появления дефектов в сварных соединениях необходимо обеспечить качественное выполнение заготовительных операций. Значительная доля брака сварных швов происходит из-за плохого качества подготовки деталей.

Технологический процесс изготовления деталей из листового проката и сортового проката включает в себя следующие операции:

- разметку металла;
- раскрой;
- рубку;
- очистку;
- гибку.

Для разметки листового проката используется шаблон детали в натуральную величину, для сортового проката: струну или рулетку. Операцию разметки листов выполняется на разметочной плите 6 x 1,5 м, а для уголков на рольганге 12 x 1 м, с помощью специальных инструментов (линейка, чертилка, металлическая рулетка, молоток, угольник, маркер) [6].

Далее выполняется раскрой и рубка листового и сортового проката на гильотинных ножницах НГ3427 (20 x 2000 мм).

Гильотинные ножницы используются, так как они имеют ряд преимуществ: чистота реза, наименьшее время выполнения операции. Детали из уголка после рубки по рольгангу перемещаются в промежуточный склад. Заготовки из листового проката, транспортируются на линию механической

обработки, которая состоит из станков: вертикально - сверлильного (модель Z5140A), фрезерного (модель X8140A), плазменной резки с ЧПУ (модель Сибирь АРМ 1000 x 1000).

Применение станка с ЧПУ обусловлено необходимостью изготовления фасонки сложной геометрической конфигурации.

На линии механической обработки производятся операции по обработке деталей (фасонки, сухарей, накладок), согласно требованиям технологического процесса, до необходимых геометрических размеров, после чего они перемещаются в промежуточный склад.

Пескоструйная обработка применяется для очистки от различных загрязнений, следов коррозии, масляных пятен и создания адгезии перед сборочно-сварочными и грунтовочно-покрасочными работами так как она позволяет за короткий промежуток времени обработать поверхности с большой площадью.

Завещающим этапом заготовительного процесса является, гибка, которая выполняется с целью создания необходимой геометрии ветви верхнего пояса. Гибочная операция производится на сборочно-сварочном стенде с помощью шаблона и выдвижной рейки с пневмоцилиндром.

2.2 Сборка и сварка

2.2.1 Выбор сварочных материалов

Для проведения сварочных работ, используется механизированная сварка в среде защитного газа проволокой сплошного сечения.

Основной металл и сварочная проволока должны быть близкими по составу. Для предотвращения окисления сварочного металла, при механизированной сварки в среде CO_2 , применяются раскислители: кремний (Si) и марганец (Mn) [5].

Выбрана сварочная проволока Св - 08Г2С, так как ее состав близкий к основному металлу и присутствуют необходимые раскислители. Химический состав и механические свойства приведены в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 – Химический состав проволоки Св-08Г2С, %
(ГОСТ 2246-70)

С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
0,05 - 0,11	1,8 - 2,1	0,7 - 0,95	0,20	0,25	0,025	0,03

Таблица 2.2 – Механические свойства проволоки Св-08Г2С
(ГОСТ 2246-70)

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
Св - 08Г2С	300	500	22	50

Сварочная проволока должна храниться в условиях, исключающих ее загрязнение и коррозию. Перед использованием она должна быть проконтролирована визуальным осмотром для определения чистоты поверхности. Разрешается очищать проволоку наждачной шкуркой или любыми другими способами до металлического блеска. При очистке проволоки нельзя допускать ее резких перегибов (переломов), что может нарушить нормальный процесс подачи проволоки в зону сварки [7].

Качество углекислого газа оказывает значительное влияние на свойства металла шва. При повышенном содержании в углекислом газе азота и водорода могут образовываться поры даже при хорошей защите дуги от воздуха и надлежащем количестве раскислителей в сварочной ванне. Для защиты металла шва используется углекислый газ высшего сорта - чистотой 99,8% (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Состав углекислого газа (сорт высший) (ГОСТ 8050-85)

Газ	Ar, %	He, %	O ₂ , %	N ₂ , %	H ₂ , %	CO ₂ , %	углеводороды, %	водяных паров, %
CO ₂	-	-	-	-	-	99,8	-	0,037

Двуокись углерода перед поступлением в горелку должна просушиваться путем пропускания через осушитель и иметь точку росы не выше минус 34 °С. Для наполнения осушителей применяются обезвоженный

медный купорос, силикагель по ГУМХП-1800-50, едкий калий (KOH), хлористый кальций (CaCl_2) [7].

2.2.2 Расчет параметров режима сварки

В конструкции имеется три основных типа соединений - тавровое, нахлесточное (рисунок 2.1) и стыковое (рисунок 2.2).

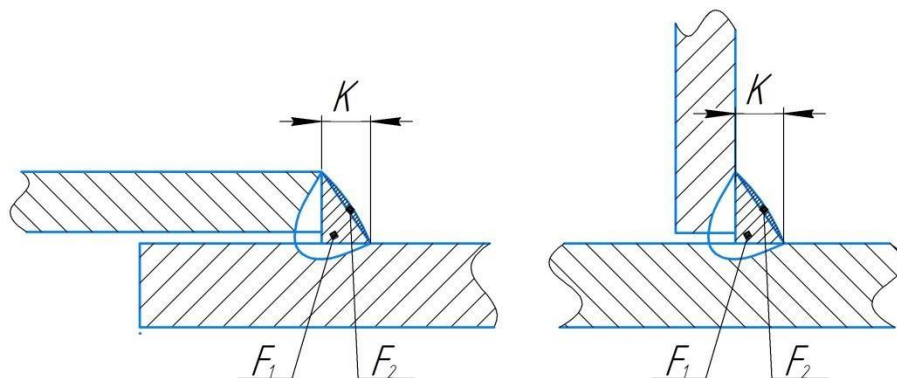


Рисунок 2.1 – Схематическое изображение сечения нахлесточного и таврового соединения

Данный тип соединений (по ГОСТ 14771-76) выполняется как Н1, Т1 (одностороннее соединение, без разделки кромок).

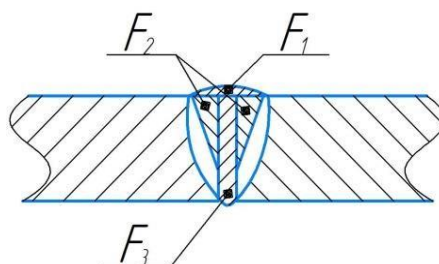


Рисунок 2.2 – Схематическое изображение сечения стыкового соединения

Стыковое соединение (по ГОСТ 14771-76) выполняется как С17 (одностороннее соединение с разделкой кромок, выполняемое без подкладки).

Производится расчет параметров режима сварки для стыкового соединения.

Согласно рекомендация [8] для сварки детали в углекислом газе толщиной 7 мм применяется диаметр проволоки $d_s = 1,2$ мм, сварка деталей осуществляется за два прохода.

Карты технологических процессов сварки приведены в приложении А.

Геометрические размеры разделки кромок и размеры сварного шва, а также количество проходов представлены на рисунке 2.3.

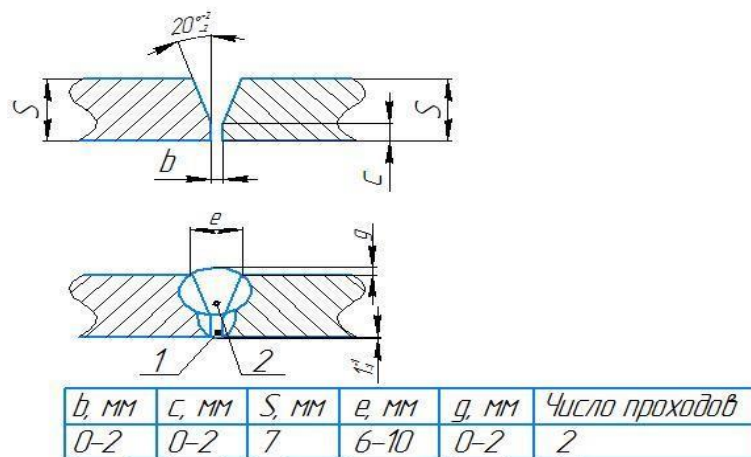


Рисунок 2.3 – Геометрические размеры разделки кромок и размеры сварного шва С17 по ГОСТ 14771-76

Общая площадь поперечного сечения наплавленного металла для механизированной сварки в углекислом газе равна площади наплавленного металла. Она находится по формуле [5]:

$$F_H = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e, \quad (1)$$

где: h , α , b , S , g , e – размеры конструктивных элементов сварного соединения.

$$F_H = 6^2 \cdot \operatorname{tg}(20^\circ) + 1 \cdot 7 + 0,75 \cdot 8 \cdot 1 = 40 \text{ мм}^2.$$

Общая площадь поперечного сечения, наплавленного и проплавленного металлов, находится по формуле [5]:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g), \quad (2)$$

$$F = 0,73 \cdot 8 \cdot (7 + 1) = 65 \text{ мм}^2.$$

А площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле [5]:

$$F_{\text{ПР}} = F - F_H, \quad (3)$$

$$F_{\text{ПР}} = 65 - 42 = 25 \text{ мм}^2.$$

При расчёте параметров режима сварки следует учесть рекомендации по количеству наплавленного металла за один проход. Так для проволоки

диаметром 1,2 мм площадь поперечного сечения первого прохода 20 - 30 мм², второго 30 - 60 мм².

Принимается площадь наплавленного за один проход металла равной: для первого прохода $F_1 = 20 \text{ мм}^2$, для второго прохода $F_n = 40 \text{ мм}^2$.

Согласно рекомендациям [5], принимается плотность сварочного тока $j = 120 \text{ A/мм}^2$.

Сварочный ток $I_{св}$ рассчитывается по формуле [5]:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j, \quad (4)$$

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 200 = 236 \text{ A}.$$

Принимаем $I_{св} = 240 \text{ A}$ согласно рекомендации [5].

Определяется оптимальное напряжение дуги [5]:

$$U_{\delta} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{св} \pm 1, \quad (5)$$

$$U_{\delta} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 240 \pm 1 = 27 \pm 1 \text{ В}.$$

Принимается напряжение $U_{\delta} = 27 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара [5]:

$$\psi_{np} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_э \cdot U_{\delta}}{I_{св}}, \quad (6)$$

где K' – коэффициент, зависящий от рода тока и полярности (для плотности тока $j = 120 \text{ A/мм}^2$ обратной полярности $K' = 0,92$ [5]).

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 240) \cdot \frac{1,2 \cdot 27}{240} = 3,06.$$

Для МП значения ψ_{np} должны составлять 0,8 - 4,0. В нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Определяется скорость сварки по формуле [5]:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (7)$$

где α_n – коэффициент наплавки.

Определение коэффициента наплавки α_n при МП способах сварки происходит по следующей формуле [5]:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi_n), \quad (8)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2, \quad (9)$$

После подстановки известных значений плотности тока j в формулу (9) получается:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 200 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 200^2 = 21,52\%.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки рассчитывается коэффициент расплавления α_p по формуле [5]:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l_6}{d_3^2}, \quad (10)$$

где l_6 – величина вылета электрода $l_6 = 1,5$ см [5].

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{240} \cdot \frac{15}{1,2^2} = 12,7 \text{ (г / Ач)},$$

Тогда коэффициент наплавки α_n согласно формуле (8):

$$\alpha_n = 12,7 \cdot (1 - 0,21) = 10 \text{ (г / Ач)}.$$

Скорость сварки по формуле (7) получается:

для первого прохода:

$$V_{св1} = \frac{10 \cdot 240}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,2} = 11,8 \text{ м / ч},$$

для второго прохода:

$$V_{св n} = \frac{10 \cdot 240}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,4} = 5,9 \text{ м / ч},$$

Скорость подачи электродной проволоки вычисляется по формуле [5]:

$$V_{\text{э}} = \frac{\alpha_p \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{\text{э}}}, \quad (11)$$

где $F_{\text{э}}$ – площадь поперечного сечения электрода, см²;

γ – плотность электродного металла, г/см³.

$$V_{\text{э}} = \frac{12,7 \cdot 240}{3600 \cdot 7,8 \cdot 1,54 \cdot 10^{-2}} = 252 \text{ м/ч},$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле:

$$q_n = \frac{\eta_u \cdot I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}}}{V_{\text{св}}}, \quad (12)$$

где η_u – эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при сварке в защитном газе составляет 0,8-0,84.

Для первого прохода погонная энергия составляет:

$$q_{n1} = \frac{0,8 \cdot 240 \cdot 27}{0,33} = 15710 \frac{\text{Дж}}{\text{см}},$$

для второго прохода:

$$q_{nn} = \frac{0,8 \cdot 240 \cdot 27}{0,165} = 7855 \frac{\text{Дж}}{\text{см}},$$

Для проверки правильности расчётов при сварке в углекислом газе определяется глубина проплавления, подстановкой полученных значений параметров режима в формулу [5]:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{\text{пр}} \cdot V_{\text{св}}}}. \quad (13)$$

После подстановки полученных значений в формулу (13) получается значение для первого прохода:

$$H_1 = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{15710}{0,21 \cdot 0,33}} = 3,62 \text{ мм.}$$

Значение глубины провара для второго прохода:

$$H_n = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{7855}{0,21 \cdot 0,165}} = 3,62 \text{ мм.}$$

Расход защитного газа принимается согласно рекомендации [8] 10 - 16 л/мин. В результате сравнения рассчитанных и рекомендованных параметров [8], значения находятся в пределах рекомендуемых и представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Параметры режима процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродной проволоки, мм	Вылет электродной проволоки, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
Прихв.	1,2	15	Пост. ток Обр. полярность	230-250	26-28	10-16
1-й	1,2	15		230-250	26-28	10-16
2-й	1,2	15		230-250	26-28	10-16

Произведём расчет параметров режима сварки для таврового и нахлесточного соединения.

Поскольку сварные соединения имеют одинаковые размеры и конфигурацию, то и параметры режима сварки для них будут рассчитываться одинаково.

Геометрические размеры разделки кромок, размеры сварного шва и количество проходов представлены на рисунке 2.4.

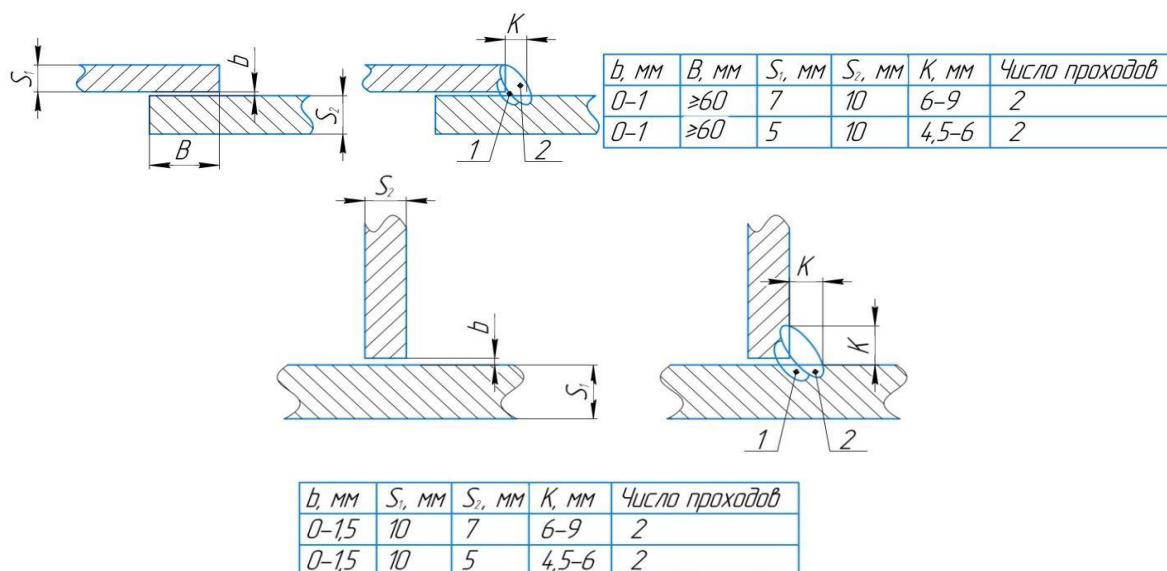


Рисунок 2.4 – Геометрические размеры разделки кромок и размеры сварного шва Н1 и Т1 по ГОСТ 14771-76

Для данных типов сварных соединений применяется методика расчета по площади наплавленного металла.

Площадь наплавленного металла для катета 7 мм будет равняться:

$$F_n = \frac{K_y \cdot k^2}{2}, \quad (14)$$

где K_y – коэффициент увеличения, учитывающий условия сварки, наличие зазора и усиления шва. Для катета $k = 7$, $K_y = 1,4$ [5].

$$F_n = \frac{1,4 \cdot 7^2}{2} = 35 \text{ мм}^2.$$

Принимается площадь наплавленного металла за один проход равная: для первого прохода $F_1 = 15 \text{ мм}^2$, для второго прохода $F_2 = 20 \text{ мм}^2$.

Согласно рекомендациям [5], принимается $j = 180 \text{ А/мм}^2$, а $d_s = 1,2 \text{ мм}$.

Сварочный ток $I_{св}$ рассчитывается по формуле (4):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 180 = 203 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 200 \text{ А}$ согласно рекомендации [5].

Определяется оптимальное напряжение дуги по формуле (5):

$$U_o = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 200 \pm 1 = 26 \pm 1 \text{ В}.$$

Определяется коэффициент формы провара по формуле (6), коэффициент K' остаётся таким же:

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 200) \cdot \frac{1,2 \cdot 26}{200} = 2,44.$$

Для МП ψ_{np} должны составлять 0,8 - 4,0, в нашем случае, значение находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Для определения коэффициента наплавки рассчитывается коэффициент расплавления α_p по формуле (10):

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{200} \cdot \frac{15}{1,2^2} = 9,51 \text{ (г / Ач)},$$

где l_6 , согласно рекомендациям [5], принимается 1,5 см. Тогда коэффициента наплавки α_n согласно формуле (8), а коэффициент потерь согласно формуле (9):

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 180 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 180^2 = 12,44\%.$$

$$\alpha_n = 9,51 \cdot (1 - 0,125) = 8,32 \text{ (г / Ач)}.$$

Скорость сварки по формуле (7) получается:

для первого прохода:

$$V_{св1} = \frac{8,32 \cdot 200}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,15} = 14 \text{ м / ч},$$

для второго прохода:

$$V_{св n} = \frac{8,32 \cdot 200}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,2} = 10,5 \text{ м / ч},$$

Определяется скорость подачи электродной проволоки по формуле (11):

$$V_э = \frac{10,5 \cdot 200}{3600 \cdot 7,8 \cdot 1,44 \cdot 10^{-2}} = 5,2 \text{ см / с} = 187,2 \text{ м / ч},$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле (12):

для первого прохода:

$$q_{n1} = \frac{0,8 \cdot 200 \cdot 26}{0,36} = 11555 \frac{\text{Дж}}{\text{см}},$$

для второго прохода:

$$q_{n1} = \frac{0,8 \cdot 200 \cdot 26}{0,43} = 9674 \frac{\text{Дж}}{\text{см}},$$

Полученные значения поставляются в формулу (13) и получается значение глубины провара для первого прохода:

$$H_1 = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{11555}{0,244 \cdot 0,36}} = 2,76 \text{ мм},$$

для второго прохода:

$$H_1 = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{9535}{0,244 \cdot 3,9}} = 3,93 \text{ мм},$$

Расход защитного газа согласно рекомендации [8] составляет 10-16 л/мин.

В результате сравнения рассчитанных параметров и рекомендованных значений [8] находятся в пределах рекомендуемых и представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Параметры режима процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродной проволоки, мм	Вылет электродной проволоки, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
1-й	1,2	15	Пост.ток Обр. полярность	190-210	24-26	10-16
2 -й	1,2	15		190-210	24-26	10-16

2.2.3 Сварочное оборудование

Основными критериями для выбора являются: жесткая вольтамперная характеристика дуги, соблюдение рассчитанных параметров режима сварочного процесса, надежность в работе, простота обслуживания, невысокая стоимость, наибольший КПД, минимальное потребление электроэнергии, наименьшие габаритные размеры и масса.

По вышеперечисленным параметрам был выбран сварочный полуавтомат Кедр MIG 509. Технические характеристики оборудования представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Технические характеристики Кедр MIG 509

№	Наименование параметра	Значение
1	Напряжение питающей сети, В	380±15%
2	Сварочный ток, А (ПВ = 100%)	500
3	Пределы регулирования сварочного тока, А	30-500
4	Диаметр проволоки, мм	0,8; 1,0; 1,2
5	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,5-18
6	КПД, %	85
7	Напряжение холостого хода, В	60
8	Диапазон рабочего напряжения, В	15-44
9	Потребляемая мощность, кВА	24,6
10	Количество роликов, шт	4
11	Вместимость сварочной кассеты, кг	15
12	Расположение подающего устройства/катушки	выносное/снаружи
13	Габаритные размеры, мм	910x270x1300
14	Масса, кг	73

Кедр MIG 509 - сварочный инвертор, обеспечивающий полуавтоматическую сварку сплошной проволокой в газовой среде. Особенности данной модели: плавная регулировка сварочного тока, напряжения, длины дуги, встроенная термозащита, принудительное охлаждение.

2.2.4 Приспособление для сборки и сварки

Для обеспечения необходимого качества сборки и сварки стропильной фермы, используется сборочно-сварочный стенд с набором приспособлений: пневматическо-эксцентриковыми и струбцино-винтовыми прижимами, ограничителями и упорами. Преимущества данного способа: высокая точность изготовления, быстрая переналадка оборудования, универсальность.

Приспособление имеет в своей конструкции два сборочно-сварочных стенда и кантователь (рисунок 2.5) для перемещения изделия на 180°.

Сборочно-сварочный стенд комплектуется опорной частью с регулируемыми ножками и рабочей поверхностью стенда, которая изготовлена из направляющих с сеткой отверстий 100 x 100 мм. С их помощью крепятся фиксирующие приспособления. Для правильного расположения фасонки в узловых точках используются ограничители и уголковые упоры. Ветви верхнего и нижнего пояса прижимаются эксцентриковым пневмоприжимом к уголковым упорам. Струпино - винтовые прижимы используются для фиксации свариваемых деталей.

Кантователь состоит из направляющей колонны и наружной рамы, с пневмодомкратом, посредством, которого происходит перемещение рамки с закрепленным изделием на 180°. Настройка сборочно - сварочного стенда выполняется по шаблону [3].

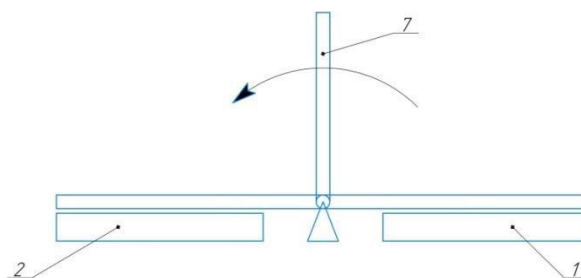


Рисунок 2.5 – Схема кантователя.

2.2.5 Порядок сборки и сварки

На первом этапе сборочно - сварочных работ кромки уголков прихватываются между собой в местах соприкосновения, контролируются геометрические размеры, а потом производится сварка стыкового соединения верхнего пояса.

Далее в узловых точках по ограничителям и упорам размещаются фасонки. С помощью кран - балки, ветви верхнего и нижнего пояса выкладываются по упорам, прижимаются эксцентриковыми пневматическими и винтовыми прижимами к фасонкам и сухарям. Затем проверяются геометрические размеры верхнего и нижнего пояса, измеряется теоретическая длина между ними (по направлению стоек и раскосов) и наносятся риски на

фасонки. После проведенного контроля производится сварка фасонки с элементами верхнего пояса.

Ориентируясь по совпадению рисок на фасонках и на концах стержней решетки, выкладываются первые ветви стоек и раскосов. Стержни прижимаются к фасонкам и сухарям и свариваются.

С помощью кантователя собранная полуферма переворачивается на 180°. Выкладываются недостающие элементы, и прижимаются к фасонкам и сухарям. Производится окончательная сварка [3].

Описанный выше порядок сборки и сварки позволяет получить высокое качество, минимальные сварочные деформации и минимизировать перекантовку изделия.

Требования к сборочно - сварочным операциям более подробно изложены в картах технологического процесса (МП-1-02С00/С17, МП-102У00/Н1, МП-1-02У00/Т1. приложение А), а порядок сборки и сварки типового узла полигональной стропильной фермы более подробно изложен в ФЮРА 02190.004 (приложение Б).

2.3 Контроль качества

Для обеспечения качества выпускаемого изделия используется визуально-измерительный и ультразвуковой контроль [7].

Визуально - измерительный контроль проводится на всех этапах изготовления в объеме ста процентов:

- перед сборкой выполняется на этапе подготовки деталей к сборке с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, расслоений, закатов, забоин, рисок, раковин и других несплошностей; проверки геометрических размеров заготовок, полуфабрикатов и деталей; проверки допустимости выявленных деформаций и поверхностных несплошностей;

- после сборки свариваемых элементов (заготовок, полуфабрикатов, деталей) проводится с целью выявления и проверки обеспечения допустимых размеров зазоров, смещений кромок, формы и размеров кромок и

геометрического положения (излома или перпендикулярности) осей и поверхностей собранных элементов;

-после сварки проводится с целью выявления недопустимых дефектов: трещин всех видов и направлений, подрезов, наплывов, прожогов, наличия кратеров, смещений кромок сварочных элементов свыше норм, не прямолинейностей соединенных элементов, несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации [9].

Перед визуальным контролем околошовная зона основного металла зачищается на ширину 20 мм [6].

Только после того, как сварное соединение прошло ВИК, сварной шов допускается к ультразвуковому контролю [10].

УЗК проводится в объеме 0,5 процентов от длины сварных швов [7].

Поверхность соединения, по которой перемещается преобразователь, не должна иметь вмятин, неровностей и загрязнений.

При проведении УЗК используется: ультразвуковой дефектоскоп с пьезоэлектрическими преобразователями, вспомогательные приборы и аппараты для соблюдения параметров сканирования и измерение характеристик выявленных дефектов, образцы для настройки дефектоскопа.

2.4 План размещения оборудования в производственном цеху

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить расстановку основного и вспомогательного оборудования в производственном цеху и обеспечить технологическую взаимосвязь между его участками, в процессе изготовления конструкции [11].

Согласно плану производственный цех состоит из двух пролетов с волновым движением технологического процесса.

В первом пролете располагается склад металла, механический участок, промежуточный склад, помещения служебно-бытового комплекса, в которых размещаются стеллажи для хранения сортового и листового проката, разметочная плита, гильотинные ножницы, фрезерный и сверлильный станок, машина плазменной резки с ЧПУ, рольганги. А также помещения служебно-

бытового комплекса: административные, бытовые, ремонтных служб и ОТК, склад вспомогательных и сварочных материалов.

Во втором пролете располагаются: склад готовой продукции, пескоструйный, сборочно-сварочный, покрасочный и контрольный участок, в которых размещаются стеллажи, стенды, сборочно-сварочные приспособления.

Перемещение деталей вдоль пролетов осуществляется кран - балками грузоподъемностью пять тонн. Между пролетами элементы перемещаются по рельсовому пути, таким же образом производится их транспортировка на покрасочный участок и на склад готовой продукции.

При составлении плана расстановки оборудования были предусмотрены места для хранения газов (ацетилен, углекислоты и кислорода), а также рампы для подачи газа к местам проведения заготовительных и сварочных работ.

2.5 Требования к организации сварочного производства

При организации сборочно-сварочных работах, должно быть обеспечено надлежащее качество сварных соединений за счет:

- применения исправного оборудования;
- использования сварочных материалов надлежащего качества, прошедших соответствующий контроль;
- выполнения технологических требований по сборке и сварке изделий, регламентированных ПТД;
- выполнения операционного контроля процессов сборки и сварки;
- своевременного выполнения контроля качества готовых сварных соединений.

При большом объеме сборочно-сварочных работ снабжение производственных участков кислородом, горючим и углекислым газом для резки и сварки осуществляется централизованным путем с помощью разводок от центра питания к сварочным постам.

В зависимости от местных условий в качестве горючего газа для резки используется ацетилен, пропан, бутан или природный горючий газ. Ацетилен для резки применяется при значительной удаленности производства от

нефтеперегонных заводов и трубопроводов природного газа, когда технически невозможно или экономически нецелесообразно использовать пропан - бутан или природный газ [7].

Сварочное оборудование и сварочные материалы, применяемые при сварке, должны соответствовать применяемым технологиям сварки, обладать сварочно-технологическими характеристиками и качествами, обеспечивающими свойства сварных соединений в пределах значений, установленных требованиями ПТД.

На сварочном участке в теплом отапливаемом помещении оборудуется склад для хранения сварочного материала. В нем должна поддерживаться температура не ниже 15°C, при этом относительная влажность не должна быть более пятидесяти процентов.

Сварочные материалы хранятся отдельно по маркам, партиям и диаметрам, в условиях предохраняющих их от увлажнения и механических повреждений.

Очистка и намотка проволоки в кассеты для МП производиться на стационарном рабочем месте специально выделенным для этого рабочим. Все кассеты с намотанной проволокой должны иметь этикетки с указанием марки и диаметра проволоки [7].

Сварочные работы выполняются в соответствии с производственно-технологической документацией, включающей производственные инструкции и технологические карты по сварке, утверждённой техническим руководителем предприятия, осуществляющим сварочные работы. В ПТД отражаются требования к применяемым сварочным технологиям, технике сварки, сварочным материалам и оборудованию, контролю сварных соединений. В технологических картах отражаются режимы сварки, последовательность операций, технические приемы, а также технологические особенности процесса сварки, обеспечивающие качество соединений.

В зависимости от объема сварочных работ и числа работающих сварщиков и в соответствии с положением о службе сварки в организации

устанавливается численность инженерно-технических работников по сварке и наладчиков сварочного оборудования.

Руководство сварочными работами осуществляется лицами, имеющими документ о специальном образовании или подготовки в области сварки. Сварка металлоконструкций зданий промышленных объектов производится сварщиками, имеющими удостоверения на право производства соответствующих сварочных работ, выданные им согласно требованиям «Правил аттестации сварщиков», утвержденных Госгортехнадзором России.

Перед началом сварочных работ руководитель сварочных работ проверяет выполнение всех подготовительных мероприятий и доводит, под роспись, требования технологических карт по сварке до исполнителей.

Сварщик, впервые приступающий к сварке, независимо от наличия удостоверения, перед допуском к работе выполняет допускное сварное соединение. Конструкцию допускных сварных соединений, а также методы и объём контроля качества сварки этих соединений определяется руководителем сварочных работ в соответствии с требованиями ПТД.

К сварке стыков разрешается приступать только после приемки мастером по сварке или прорабом по монтажу собранных стыков, о чем производится отметка в журнале сварочных работ [7].

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Определение потенциального потребителя результатов исследования

Сварная ферма является основным конструктивным элементом при сборке кровельных перекрытий промышленных зданий (заводов, фабрик, складов и др.) и павильонов. Поэтому разработка эффективных технологических процессов изготовления конструктивных элементов является актуальной задачей. Особенности технологии сборки и сварки стропильных ферм является качество получаемой продукции, безопасность и надежность. Достигается путем внедрения точных станков с ЧПУ, использование пескоструйной обработки, контроль на всех этапах изготовления.

На рынке производства стропильных ферм в сибирском округе имеются два основных конкурента. Первый конкурент ООО «Завод металлоконструкции Сибири», второй ООО «Завод Металл - Сервис».

Данные конкуренты имеют определенную долю рынка по производству сварных металлоконструкций, в том числе и стропильных ферм. Нам необходимо оценить перспективность и рентабельность внедрения технологии сборки и сварки стропильных ферм [12].

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемую технологию, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;

-уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);

-бюджет разработки;

-уровень проникновения на рынок;

-финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки (таблица 3.1) [12].

Таблица 3.1 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество изделия	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
2. Качество сварных швов	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
3. Прочность	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
4. Безопасность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5. Универсальность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
6. Эргономичность	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
7. Технологичность	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
8. Надежность	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,2
2. Срок эксплуатации	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
3.Конкурентоспособность	0,05	3	4	3	0,1	0,2	0,15

Продолжение таблицы 3.1

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
4. Срок изготовления	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
5. Наличие сертификата	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
Итого:	1	59	58	53	4	4,1	3,55

Опираясь на полученные данные, можно сказать, что технология, рассмотренная в ВКР, эффективна по техническим и уступает по экономическим критериям.

Преимущества нашей технологии изготовления стропильных ферм: в безопасности конструкции, технологичности изготовления и качестве это достигается путем использования сборочно - сварочного стенда с быстросъемными прижимами, наличием автоматизированной линией раскройки сортового проката, использование станков с ЧПУ. На заводе по изготовлению ферм будет создана необходимая материально техническая база. Изделие, поступающая на строительные площадки, не нуждается в дополнительных процессах обработки, что сокращает время монтажа. Процесс производства по возможности автоматизирован и с полным циклом изготовления продукции.

На начальном этапе необходимы затраты на приобретение оборудования, что приведет к повышению цены. У конкурентов существует уже наработанная годами клиентская база. Для продвижения технологии на рынок следует выработать маркетинговую стратегию.

3.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно - исследовательский

проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

Так же можно выделить показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон и вес;
- ремонтпригодность и долговечность;
- энергоэффективность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества разработки приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Качество изделия	0,1	80	100	0,8	0,08
2. Качество сварных швов	0,05	100	100	1	0,01
3. Прочность	0,1	100	100	1	0,1
4. Безопасность	0,1	100	100	1	0,1
5. Универсальность	0,05	70	100	0,7	0,035
6. Эргономичность	0,05	80	100	0,8	0,04
7. Технологичность	0,05	80	100	0,8	0,04
8. Надежность	0,1	80	100	0,8	0,08

Продолжение таблицы 3.2

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Цена	0,05	60	100	0,6	0,03
2. Срок эксплуатации	0,05	100	100	1	0,05
3. Конкурентоспособность	0,05	80	100	0,8	0,04
4. Срок изготовления	0,05	80	100	0,8	0,04
5. Наличие сертификата	0,05	80	100	0,8	0,04
Итого:	1				0,67

P_{cp} - средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; $P_{cp} = 67$ делая выводы такая разработка технологии сборки и сварки стропильных ферм считается средне-перспективной.

3.4 SWOT-анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации.

SWOT - это комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Его применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Первый этап - опишем сильные и слабые стороны проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и ресурсоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Простота технологии С4. Минимальное количество отходов производства	Слабые стороны научноисследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие необходимых условий и оборудования для проведения испытания опытного образца Сл3. Необходимость в специалисте для настройки и применения данной системы.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Использование инфраструктуры В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Использование разработки в промышленных масштабах В5. Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Конкуренция имеющихся технологий производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством		

Второй этап – выявление соответствия сильных и слабых сторон научноисследовательского проекта внешним условиям окружающей среды (таблицы 3.4-3.7).

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта (возможности и сильные стороны проекта)

Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	0	+	+
	B2	+	+	+	+
	B3	+	–	–	0
	B4	+	0	0	–
	B5	0	0	–	+

Вывод по таблице 3.4: коррелирующие сильных сторон и возможностей проекта - B1C1C3C4, B2C1C2C3C4, B3C1, B4C1, B5C4.

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта (возможности и слабые стороны проекта)

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	0	–	–
	B2	+	–	–
	B3	0	0	0
	B4	+	0	0
	B5	0	+	+

Вывод по таблице 3.5: коррелирующие слабых сторон и возможностей проекта - B2Сл1, B4Сл1, B5Сл2Сл3.

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта (угрозы и сильные стороны проекта)

Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	–	0	+	+
	У2	+	–	0	+
	У3	0	+	–	0

Вывод по таблице 3.6: коррелирующие сильных сторон и угроз проекта, У2С1С4, У3С2.

Таблица 3.7 – Интерактивная матрица проекта (угрозы и слабые стороны проекта)

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	0	–	–
	У2	+	0	+
	У3	+	0	+

Вывод по таблице 3.7: коррелирующие слабых сторон и угроз проекта – У2Сл1Сл3, У3Сл1Сл3.

Выявив соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды, можно определить потребность в проведении стратегических изменений.

Третий этап - составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и ресурсоэффективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Простота технологии</p> <p>С4. Минимальное количество отходов производства</p>	<p>Слабые стороны научноисследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие необходимых условий и оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>Сл3. Необходимость в специалисте для настройки и применения данной системы.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Использование инфраструктуры АО «Сибсталь-конструкция»</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В4. Использование разработки в промышленных масштабах</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>В связи свойствами разработки (экологичность, технологичность, экономичность, и т.д.) у нее есть шансы выйти на российский рынок. Есть необходимость заинтересовать инвесторов, чтобы данная разработка нашла практическое применение в промышленности.</p>	<p>Несмотря на достоинства разработки и на наличие возможностей ее реализации, она не развита на рынке из-за наличия альтернативных разработок. Соответственно, из-за незаинтересованности потенциальных потребителей отсутствует финансирование и необходимое оборудование для дальнейшего развития.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Конкуренция имеющихся технологий производства</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством</p>	<p>Технология отечественного производства мало востребовано на российском рынке. Следует усиленно продвигать разработку с целью создания спроса.</p>	<p>Следует выработать маркетинговую стратегию в области продвижения разработки на рынок.</p>

В результате проведенного SWOT - анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из-за которых проект может не реализоваться. Исходя из анализа, можно сделать вывод, что реализация полностью оправдана, а реальных угроз выявлено не было.

3.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT - анализ.

Морфологический подход основан на исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес. Морфологическая матрица технологии приведена в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Морфологическая матрица технологии

	1	2	3
А. Метод изготовления	Сборочно-сварочный стенд	Сборка по копиру	Сборка в кондукторе
Б. Сталь	Ст3сп	Ст4	09Г2С
В. Способ соединения деталей	Сварное соединение	Болтовое соединение	Эл. заклепками
Г. Способ сварки	Ручная	Механизированная	Автоматическая
Д. Сварочное оборудование	ВДУ-506	ВДУ-306	Bluveld Mega Mig 500S
Е. Сварочные материалы	Эл. Проволока	Электроды	-

Выбираем сочетание A1B3B1Г2Д1Е1, так как это является наиболее рациональное решение с точки зрения функциональности и ресурсосбережения технологии.

3.6 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Чтобы составить ленточный график проведения проектных работ (на основе диаграммы Ганта), сначала следует составить таблицу временных показателей проведения проектной работы.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко - днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Диаграмма Ганта - горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей (студент или руководитель) [12].

Для удобства построения такого графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} k_{\text{кал}}, \quad (15)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (16)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю на 2020 год:

- количество календарных дней - 365;
- количество рабочих дней - 247;
- количество выходных и праздничных дней - 118.

Далее определим коэффициент календарности: $k_{кал} = \frac{365}{247-118} = 1,47$.

Таким образом, получаем таблицу временных показателей проведения работы (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	4	2,8	Руководитель	2,8	4
Выдача задания на тему	1	3	1,8	Руководитель	1,8	3
Постановка задачи	1	2	2,2	Руководитель	2,2	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки	2	5	3,2	Руководитель, Студент	1,6	2
Поиск и изучение материалов по теме	15	30	21	Студент	21	31
Анализ существующего опыта	5	8	6,2	Студент	6,2	9
Подбор нормативных документов	4	7	5,2	Студент	5,2	8

Продолжение таблицы 3.10

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Согласование полученных данных с руководителем	1	3	1,8	Руководитель, Студент	0,9	1
Разработка системы	20	30	21	Студент	21	36
Оценка эффективности и полученных результатов	2	3	2,4	Студент	2,4	4
Работа над выводом	1	2	1,4	Студент	1,4	2
Составление пояснительной записки	3	7	4,6	Студент	4,6	7
Итого					71,1	110

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя - 10 дн., студента - 97 дн., совместной работы - 3 дн.) равна 110 дн. Всего рабочих дней – 71,1.

На основании таблицы 3.10 строим календарный план - график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Календарный план-график проведения ВКР

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{ки} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ								
				март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4									
2	Выдача задания на тему	Руководитель	3									
3	Постановка задачи	Руководитель	3									
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	2		 							
5	Поиск и изучение материалов	Студент	31									
6	Анализ существующего опыта	Студент	9									
7	Подбор нормативных документов	Студент	8									
8	Согласование полученных данных	Руководитель, Студент	1						 			
9	Разработка системы	Студент	36									
10	Оценка результатов	Студент	4									
12	Работа над выводом	Студент	2									
13	Составление пояснительной записки	Студент	7									

 – студент;  – руководитель.

3.7 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (17)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов (таблица 3.12).

Таблица 3.12 – Материальный затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж для принтера	шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Св-ая пр-ка	кг.	0,5	0,5	0,5	80	80	80	63	63	63
ПГ,СГ,ЗГ	лит.	1	1	1	12	12	12	18	18	18
Итого								1980	1865	1805

3.8 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Расчёт заработной платы приведён в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	35120	1,3	45656	1985,04	9,3	18461
Дипломник	12130	1,3	15769	685,61	64,3	42348
ИТОГО						

Оклад доцента – 35120. Студент имеет минимальный оклад -12130.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (19)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 18461 рублей, студента – 42348 рублей.

3.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (20)$$

где: $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) .

На 2020 г. в соответствии с Федеральным законом от 23.04.2018 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30% (таблица 3.14).

Таблица 3.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель	18461	2770
Студент	42348	6352
Коэффициент отчислений	0,30	
Итого		
20979 руб.		

3.10 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\sum статеи) \cdot k_{нр}, \quad (21)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы равны: $З_{накл} = 99752 \cdot 0,16 = 15960,32$ руб.

В таблице 3.15 приведены все ранее рассчитанные затраты и общий бюджет проекта.

Таблица 3.15 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	5650
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	69930
3. Отчисления во внебюджетные фонды	20979
4. Накладные расходы	15449
5. Бюджет затрат	112008

3.11 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (22)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{115712,32}{137460} = 0,84; \quad I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{135866,16}{137460} = 0,99;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{137460}{137460} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (23)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Сварочный материал	0,25	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,25	5	2	3
3. ПГ,СГ,ЗГ	0,15	4	4	4
4. Модернизация способа	0,35	4	5	5
ИТОГО	1	4,5	3,15	3,8

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,15;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,8;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i.} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр. i}}, \quad (24)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,5}{0,84} = 5,35; I_{исп2} = \frac{3,15}{0,99} = 3,18; I_{исп3} = \frac{3,8}{1} = 3,8.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта

(таблица 3.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}} \quad (25)$$

Таблица 3.17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,84	0,99	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,15	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	5,35	3,18	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,6	0,71

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

4 Социальная ответственность

Объектом настоящей выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки и сварки отправочной марки стропильной фермы. Рассматриваемая металлоконструкция представляет собой прямоугольный треугольник с катетами 12 и 3,2 м.

Поскольку в настоящей работе рассматривается промышленное производственное здание, то условиями эксплуатации конструкции будет являться окружающая среда внутреннего помещения этого здания. Следовательно, стальную конструкцию можно классифицировать как воспринимающую постоянные и временные нагрузки и воздействия, эксплуатируемую в неагрессивной среде отапливаемого помещения.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном разделе рассматривается вопрос охраны труда инженера сварочного производства на стадии создания им металлоконструкции фермы. Рабочим местом работника на сварочном участке является специальное приспособление, которое представляет собой сварочный стол, площадь которого составляет 54,4 м². Рабочие места для дуговой сварки должны защищаться стационарными или переносными светонепроницаемыми ограждениями из несгорающих материалов, высота которых должна быть не менее 2,5 м.

Ширина проходов по периметру сварочного стола должна быть не менее 1 м.

Полы для производственных помещений для выполнения дуговой сварки должны быть изготовлены из несгорающих материалов с малым коэффициентом теплопроводности. Пол должен иметь ровную не скользкую и не токопроводящую поверхность.

4.2 Производственная безопасность

Рассматриваемая в настоящей выпускной квалификационной работе металлоконструкция выступает в качестве готового изделия, к которой предварительно применимы заготовительные, сборочные и сварочные операции, подразумевающие использование различного рода машины и механизмы, электроинструменты и электрооборудование. Следовательно, необходимо и целесообразно рассмотреть, и проанализировать опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при проведении необходимых производственных операций по созданию металлоконструкции, в целях определения методов минимизации этих факторов и защиты от них.

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при проведении электросварочных работ на производстве

Приведём опасные и вредные факторы при выполнении работ в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по сборке и сварке конструкции стропильной фермы

Источник опасного фактора/ наименование операции	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Заготовительные операции/ резка/очистка поверхности металла от загрязнений и включений;	1. Повышенный уровень шума и вибраций 2. Загрязнение воздуха металлической пылью	1. Поражение электрическим током 2. Физическое ранение быстродвижущейся острой кромкой отрезного диска	СП 2.2.2.1327 – 03 [27]. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [28]. ГОСТ 12.4.021-75 [29].

Продолжение Таблицы 4.1

Источник опасного фактора/ наименование операции	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
2. Сборочные/ сварочные операции.	1. Загрязнение воздуха рабочей зоны металлической аэрозолью 2. Повышенное содержание ультрафиолетового излучения в рабочей зоне 3. Повышенная физическая нагрузка 4. Неудовлетворительный уровень освещенности рабочего участка	1. Поражение электрическим током 2. Термическая опасность 3. Физическое ранение быстродвижущейся острой кромкой отрезного диска	СП 2.2.2.1327 – 03 [27]. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [28]. ГОСТ 12.4.021-75 [29].

4.2.2 Разработка и анализ мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Как было отмечено ранее, существует необходимость в более подробном рассмотрении перечня опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при проведении требуемых производственных операций по созданию металлоконструкции. Детальный анализ с применением технической документации поможет разработать план действий и мероприятий по снижению вредоносного воздействия факторов производства. Это создаст благоприятную рабочую среду, которая снизит уровень утомляемости работников и увеличит показатель производительности труда.

Производственный шум рабочего участка

Основными источниками шума при проведении заготовительных и сборочно-сварочных операций по созданию металлоконструкции стропильной фермы являются станки для резки металла, подвижные передвигающиеся части

машин и механизмов, сварочная дуга и шум, издаваемый источником питания сварочной дуги.

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может вредно влиять на органы человека. Шумовое воздействие ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума на человека приводит его в состояние утомления, следовательно, при прочих равных условиях существует необходимость в обеспечении работника требуемыми средствами защиты от шумового воздействия, как индивидуальными, так и общетехническими конструктивными методами, и средствами объемно-пространственной шумоизоляции.

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно следующему документу – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Максимальный уровень шума, величина которого колеблется во времени и прерывается, не должна превышать 50-55 дБА.

Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБА. Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 80 дБА.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029-80 [30]. Этими мерами являются:

- уменьшение уровня шума в источнике его возникновения;
- рациональное размещение оборудования;
- борьба с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума;
- использование средств звукоизоляции и звукопоглощения;
- установка глушителей шума;
- акустическая обработка поверхностей помещения.

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.275-214 [31].

Согласно [32] уровень шума на рабочем сборочно-сварочном участке цеха составляет не более 80 дБА и соответствует нормам.

Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция на рабочем месте

При полуавтоматической сварке количество газов и пыли значительно меньше, чем при ручной дуговой, но все же в процессе сварки в воздух рабочей среды выделяется сварочная пыль. Сварочная пыль представляет собой аэрозоль – взвесь частиц оксидов металлов и минералов в газовой среде. Основными составляющими аэрозоля являются оксиды железа (до 70%), марганца, кремния, хрома, фтористые и другие соединения. Наиболее вредны соединения хрома, марганца и фтора. На рабочем месте допускаются следующие: предельные концентрации веществ в воздухе (в мг/м³): марганец и его соединения – 0,30; хром и его соединения – 0,10; свинец и его соединения – 0,01; цинковые соединения – 5,00; оксид углерода-20,00; фтористый водород – 0,50; оксид азота – 5,00.

Концентрация нетоксичной пыли более 10 мг/м³ не допускается. Однако если содержание кварца в пыли превышает 10%, то концентрация нетоксичной пыли допускается только до 2 мг/м³.

Нормирование параметров микроклимата заключается в установлении их оптимальных и допустимых величин в отношении конкретных производственных условий. Оно проводится с учетом следующих характеристик: степени тяжести выполняемой работы; времени года; количества избыточного тепла, поступающего в рабочую зону от оборудования (СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [33]).

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений в теплый и холодный периоды приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оптимальные и допустимые микроклиматические условия в рабочей зоне для помещений (согласно СанПиН 2.2.4.548-96)

	Время года	Категория тяжести работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальные параметры	Холодная	Тяжелая - III	16-18	40-60	0,3
	Теплая		18-20	40-60	0,4
Допустимые параметры	Холодная	Тяжелая - III	13-19	75	0,5
	Теплая		15-26	75	0,6-0,5

Эффективным средством нормализации воздуха в производственных помещениях является вентиляция, которая представляет собой комплекс средств, обеспечивающих воздухообмен, то есть удаление загрязненного нагретого влажного воздуха и подача свежего, чистого воздуха, соответствующее нормативным нормам.

Согласно [32] показатели концентрации токсичных веществ и микроклиматические условия на рабочем месте сборочно-сварочного участка цеха не превышает допустимые значения и соответствует нормам.

Поражение электрическим током и УФ излучением

При исправном состоянии оборудования и правильном выполнении сварочных операций возможность поражения электрическим током исключается. Но все же, оно возможно и происходит при прикосновении к токоведущим частям электропроводки и сварочной аппаратуры.

Напряжение холостого хода, выбранного в ходе работы источника питания сварочной дуги, достигает 67 Вольт. Следует учесть тот факт, что данное напряжение весьма опасно для человеческого организма. Токи более 0,05 А могут вызвать тяжелые последствия и даже смерть.

Поражение электрическим током возникает при замыкании электрической цепи сварочного аппарата через тело человека. Причинами являются: недостаточная электрическая изоляция аппаратов и питающих проводов, плохое состояние спецодежды и обуви сварщика, сырость и теснота помещений, и другие факторы.

Следовательно, во избежание поражения электрическим током во время проведения электросварочных работ необходимо соблюдать следующие условия:

- корпуса источников питания дуги, сварочного вспомогательного оборудования и свариваемые заготовки должны быть надежно заземлены. Заземление осуществляется медным проводом, один конец которого закрепляется к корпусу источника питания дуги к специальному болту с надписью «Земля», а второй конец присоединяется либо к общей заземляющей шине, либо к металлическому штырю, вбитому в землю;

- заземление передвижных источников питания производится до их включения в силовую сеть, а снятие заземления – только после отключения от силовой сети;

- для подключения источников сварочного тока к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами. Длина проводов сетевого питания не должна быть более 10 м. При необходимости нарастить провод применяют соединительную муфту с прочной изоляционной массой или провод с электроизоляционной оболочкой. Провод подвешивают на высоте 2,5...3,5 м.

- все сварочные провода должны иметь исправную изоляцию и соответствовать применяемым токам. Применение проводов с ветхой и растрепанной изоляцией категорически запрещается.

- электрододержатель должен быть снабжен полностью изолированной рукояткой. Место крепления сварочного провода к держателю также должно быть надежно изолировано;

– спецодежда электросварщика должна быть сухой и исправной. Куртка, брюки, фартук и рукавицы должны быть из брезента или сукна. Ботинки или кожаные сапоги должны иметь кожаную подошву, прикрепленную деревянными гвоздями. Резиновые подошвы ботинок и сапог должны быть приклеены путем горячей вулканизации или клеем;

– для персонала 1 группы допуска по электробезопасности, работодатель обязан, организовать инструктаж по электробезопасности на первую группу, с записью в специальном журнале регистрации инструктажей по электробезопасности для неэлектротехнического персонала на 1 группу (сварщик должен быть аттестован по электробезопасности).

Горение сварочной дуги, помимо инфракрасного излучения и видимого света, сопровождается ультрафиолетовым излучением. Яркость световых лучей значительно превышает норму, допускаемую для человеческого глаза, и поэтому зрительная ответная реакция на дугу производит ослепляющее действие.

Ультрафиолетовые лучи при действии даже в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электрофтальмией. Оно сопровождается острой болью, резью в глазах, слезотечением, спазмами век. Более продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами вызывает ожоги кожи. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), а также ожоги кожи лица.

Во избежание последствий облучения ультрафиолетовым излучением кожи и сетчатки глаз необходимо соблюдать технику безопасности на рабочем месте. При проведении сварочных работ сварщик обязан быть обеспечен средствами индивидуальной защиты, сварочной защитной маской и производственной сварочной защитной одеждой. В комплект защитной одежды входят костюм и рукавицы, изготовленные из брезентового материала.

Освещенность рабочего участка производства

По категорию зрительных работ полуавтоматическая сварка относится к восьмой категории – «общее наблюдение за прохождением процесса» (постоянный надзор). Согласно СНиП 23-05-95 [34] требования к освещению помещений промышленных предприятий приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Требования к освещению помещения промышленных предприятий

Разряд зрительных работ	Общее наблюдение за прохождением процесса (постоянный надзор)			
Контраст объект с фоном	Независимое от характеристик фона и контрастности объекта			
характеристика фона				
	Освещенность, лк	При системе комбинированного освещения	Всего	-
			В т.ч. от общего	-
		При системе общего освещения		200
	Совокупность нормируемых величин показателя освещенности и коэффициента пульсации		Р	40
			Кп, %	20
Естественное освещение	При верхнем или комбинированном освещении			3
	При боковом освещении			1
Совмещенное освещение	При верхнем или комбинированном освещении			1,8
	При боковом освещении			0,6

Правила безопасности при работе на механическом оборудовании и слесарном инструменте

В сборочно-сварочных цехах происходит обработка металла резанием, рубка на гильотинных ножницах. При выполнении данных операций возможны: порезы; защемления, захваты в движущихся частях механизмов; удары об твердые части оборудования и инструмента.

При выполнении слесарных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно РД 34.03.204 «Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями».

При выполнении работы нужно быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и разговорами и не отвлекать других. Внимательно осмотреть место работы, привести его в порядок, убрать все мешающие работе посторонние предметы.

Проверить наличие и исправность инструмента, приспособлений и средств индивидуальной защиты (защитных очков, перчаток и т. п.).

При работе применять только исправные инструменты и приспособления.

При работе на ножницах или вальцах надежно зажимать деталь. При спуске рычага остерегаться удара по ноге и защемления руки между ножами или вальцами [35].

Так же в цехах производят работу на шлифмашине с быстродвижущейся кромкой отрезного диска.

К самостоятельной работе с угловой шлифовальной машинкой допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие:

- предварительный(при поступлении на работу) или периодический медицинский осмотр и годные по состоянию здоровья;
- вводный инструктаж по охране труда и пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда и пожарной безопасности;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи, пострадавшим при несчастных случаях на производстве.

При работе с угловой шлифовальной машинкой необходимо:

- соблюдать требования к эксплуатации угловой шлифовальной машинки;

– соблюдать правила безопасности и охраны труда при работе с угловой шлифовальной машинкой;

– использовать по назначению и бережно относиться к выданным средствам индивидуальной защиты.

Психофизические факторы

Физическая нагрузка может быть связана с перемещением материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и т.п. на необходимые расстояния и обуславливать динамическую перегрузку.

Статическая нагрузка обусловлена необходимостью работающему прилагать усилия без перемещения всего тела или отдельных частей тела. Она определяется весом удерживаемого груза (величиной прилагаемого усилия) и временем удержания.

При выполнении трудовых функций работающий может находиться в вынужденной позе (наклонные положения тела, вынужденные наклоны, выполнение работы только стоя, на коленях, на корточках и т.п.). Трудовая деятельность, связанная с выраженной двигательной активностью, при величинах нагрузок, превышающих физиологически обоснованные оптимальные и допустимые значения, оказывает неблагоприятное воздействие на состояние здоровья работающего.

При проектировании рабочего места следует учитывать, что фиксированная рабочая поза физиологически не оправдана, так как она вызывает нарушение кровообращения в нижних конечностях и органах тазовой области, приводящие к профессиональным заболеваниям (варикозному расширению вен, геморрою и др.).

При проектировании рабочих мест необходимо стремиться к тому, чтобы рабочая поза была как можно ближе к естественной позе человека. Поэтому целесообразно предусматривать возможность работы как стоя, так и сидя. Особого внимания заслуживает проектирование кресел для лиц, постоянно выполняющих работу сидя за пультами управления. Конструкция

кресла должна быть такой, чтобы как можно равномернее распределить давление тела на площадь опоры. Это возможно тогда, когда кресло в наибольшей степени соответствует анатомическому строению человека.

Монотонной работой называют такую работу, отличительными признаками которой служит однообразие рабочих действий, их многократное повторение и небольшая длительность.

Однако и длительная операция, состоящая из однообразных циклов, также может быть монотонной. Все зависит от структуры самой операции – количества, содержания и характера составляющих ее элементов. Общим признаком для всех монотонных работ является перегрузка информацией при выполнении работ или, наоборот, ее недостаток, что накладывает отрицательный отпечаток на функциональное состояние человека – работающий теряет интерес к работе.

Основные меры по уменьшению влияния монотонности на человека:

- делать каждую операцию более содержательности, объединять малосодержательные операции в более сложные, содержательные и разнообразные; операция должна быть продолжительностью не менее 30 секунд; состоять из элементов, позволяющих чередовать нагрузки на различные органы чувств и части тела;

- осуществлять перевод работающих с одной на другую производственную операцию;

- применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня (рабочей смены): назначать короткие дополнительные перерывы для отдыха всей смены (бригады) или отдельного работающего в удобное для него время. Целесообразны частые, но короткие перерывы;

- устанавливать переменный ритм конвейера в течение рабочего дня; наиболее предпочтителен свободный темп конвейера;

- осуществлять эстетичность производства и функциональное музыкальное оформление производственного процесса.

Термическая опасность

Термическая опасность – опасность, возникающая при горении, повышенной температуры поверхности или повышенной температуре вдыхаемого газа.

В процессе сварки свариваемый металл разогревается вплоть до температуры испарения, а вследствие нестабильного горения сварочной дуги возможно разбрызгивание расплавленного металла. В результате разбрызгивания расплавленный металл может попасть на незащищённые участки тела и вызвать серьезные ожоги. Для предупреждения образования ожогов необходимо принятие специальных мер.

Меры предосторожности от термической опасности:

- использование спецодежды и средств индивидуальной защиты;
- принудительная вентиляция рабочей зоны;
- использование защитных экранов;
- работник должен быть аттестован по технике безопасности и противопожарной безопасности.

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Влияние производственного процесса на окружающую среду

При выполнении сварочных операций атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем. В его составе находятся вредные для здоровья оксиды металлов.

При механизированной сварке в среде углекислого газа плавящейся электродной проволокой Св-08Г2С значение показателей удельного количества выделяемых загрязняющих веществ в атмосферу не превышает допустимых пределов, и составляет меньший показатель загрязнения по сравнению с ручной дуговой сваркой покрытыми электродами УОНИ 13/55.

В связи с тем, что при МП сварке в среде защитного газа не образуется шлаковая корка, а также отсутствует необходимость в утилизации остатков

электродов (по причине их отсутствия) влияние на почвенные и водные ресурсы отсутствуют.

4.3.2 Применяемые мероприятия по защите окружающей среды

Для уменьшения концентрации вредных веществ на рабочих местах при производстве до предельно допустимых величин применяются местные воздухоотводы (вытяжные панели и фильтровытяжные агрегаты, вытяжные шкафы и др.). Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственных помещениях. Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха. Воздух, удаляемый системами вентиляции и содержащий пыль, вредные или неприятно пахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу должен очищаться при помощи фильтрующих материалов и устройств с целью обеспечения минимального нецеленаправленного распространения выбрасываемых вредных веществ в атмосферный воздух близлежащих населенных пунктов.

Негативное воздействие на литосферу характеризуется утилизацией твердых отходов (металлическая огарки сварочного электрода, шлак).

Меры по обеспечению экологической безопасности для литосферы:

- хранение отходов в специально помещении на предприятии (склад металлических отходов);
- переплавка для повторного использования.

Для атмосферы – использование принудительной системы вентиляции с системой отчистки от вредных паров и аэрозолей.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении электросварочных работ на производстве

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим

бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям.

Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями на машиностроительном производстве могут являться следующие ситуации:

- пожар;
- взрыв;
- внезапное обрушение зданий, сооружений;
- различного рода аварии (радиационная, промышленная, химическая, биологическая, транспортная).

Основными причинами возникновения обрушения сооружения (сварного – в контексте данной работы), возникающее в процессе его эксплуатации, могут являться:

- физический износ используемого на предприятии оборудования и низкое качество применимого сварочного материала, приводящий к получению конструкции сооружения в качестве готового изделия с низкими прочностными характеристиками и эксплуатационными показателями;

- низкое качество материала конструкции, несоответствующее сертификату входного контроля;

- несоблюдение технологии сварки, приводящее к созданию металлоконструкции, несоответствующей поставленным требованиям по качеству.

Разрушение рабочих сварных соединений влечет за собой выход из строя конструкции фермы в целом. Это может привести к частичному или полному разрушению сооружения, что повлечет за собой угрозу здоровью и жизни, находящемуся в производственном помещении персоналу. Следовательно, при сборке и сварке металлоконструкции следует в полной мере следовать технологии, прописанной в комплекте технологической документации.

Взрыво- и пожароопасные ситуации возможны при несоблюдении правил техники безопасности на рабочем месте, и в особенности при неосторожном обращении со сварочными материалами и оборудованием. Пожар – это неконтролируемое горение, причиняющее вред здоровью человека либо имуществу.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей и имущества. Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен присутствовать

«План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения возгорания и указывающий места расположения противопожарной техники.

4.4.2 Применяемые мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

С целью предотвращения пожаров необходимо осуществлять проверку на отключение всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети при покидании рабочего помещения. Также, во избежание пожароопасных ситуаций, инженер сварочного производства обязан следовать правилам техники безопасности на рабочем месте, согласно установленным предприятием требованиям.

При проведении сварочных работ рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, не имеющей следов нефтепродуктов, защитными масками (очками) и другими специальными средствами защиты.

При проведении сварочных работ на рабочем месте должны быть размещены первичные средства пожаротушения.

В нашем случае оборудуем участок специальными средствами пожаротушения:

– пожарной цистерной с водой (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;

– огнетушитель ОП-5 (порошковый) (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

– огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

– ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания)

– В случае возникновения пожара необходимо выполнить следующие действия:

– принять меры к вызову на место пожара непосредственного руководителя или других должностных лиц;

– оповестить персонал производственного помещения и принять меры к тушению очага пожара;

– горящие части электроустановки и электропроводку, находящиеся под напряжением, тушить углекислотным огнетушителем.

Проведен анализ вредных и опасных ситуаций на производстве таких как повышенный уровень шума, психофизические факторы, неудовлетворительный микроклимат, запылённость воздуха, электробезопасность, ультрафиолетовое облучение, термическая опасность и опасность при работе на механическом оборудовании. Предложены мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуации и их ликвидации в случае возникновения.

Так же рассмотрены меры предотвращения чрезвычайных ситуаций, профилактические мероприятия и меры по ликвидации её последствий.

Можно сделать вывод по проведённой работе, что рабочее место в итоге соответствует НТД.

Заключение

В результате выполненной выпускной квалификационной работы была разработана технология сборки и сварки конькового узла для трапецеидальной фермы, а также была выполнена планировка расстановки оборудования в производственном цеху для мелкосерийного производства стропильных ферм.

Выбран оптимальный способ сварки, сварочные материалы и параметры режима сварки, сборочно-сварочное оборудование.

В экономической части проведен анализ конкурентных технических решений, были выявлены преимущества и недостатки технологии по сравнению с конкурентами. Преимуществами предложенной технологии является: технологичность, безопасность и высокое качество продукции.

В результате проведенного SWOT - анализа были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, а также возможные угрозы, из - за которых проект может не реализоваться. Исходя из анализа, можно сделать вывод, что реализация полностью оправдана, а реальных угроз выявлено не было.

Проведен анализ вредных и опасных ситуаций на производстве. Предложены мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуации и их ликвидации в случае возникновения.

Результаты ВКР могут найти практическое применение на производстве по изготовлению сварных ферм и других металлоконструкций.

Список использованных источников

1. Горев В.В. Металлические конструкции. – М: Высшая школа, 2004. – 551 с.
2. Белоконь В.М. Производство сварных конструкций. – М: Высшая школа, 1998. – 357 с.
3. Куркин С.А. Технология механизация и автоматизации производства сварных конструкций. – М: Машиностроение, 1989. – 319 с.
4. Ковтунов А.И. Проектирование сборочно-сварочных цехов. – Тольяти: Изд-во ТГУ, 2006. – 55 с.
5. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
6. Азаров Н.А. Производство сварных конструкций. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 146 с.
7. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
8. Дедюх Р.И. Технология сварки плавлением. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 146 с.
9. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному измерительному контролю.
10. ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
11. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. – М: Машиностроение, 1980. – 319 с.
12. Видев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
13. СанПиН 2.2.4.548-96 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
14. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

- 15. РД 34.03.204 Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями.
- 16. ГОСТ 12.1.007.0-75 Система стандартов безопасности труда.
- 17. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда.
- 18. Пожарная безопасность. Общие требования.

Приложение А

(обязательное)

«Комплект технологической документации»

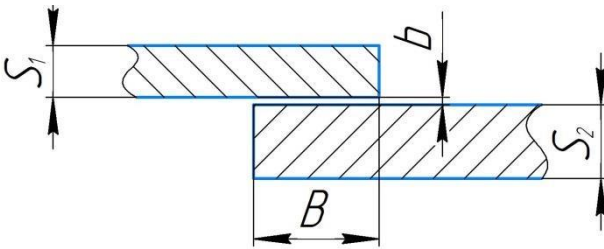
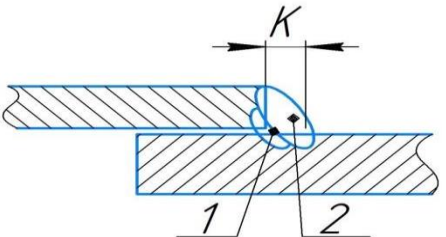
Карта технологического процесса сварки

Шифр однотипности – **МП-1-02У00/Н1**

Таблица А1 – Характеристики процесса

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76
2	Способ сварки	МП
3	Основной материал (марки)	09Г2С
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С
6	Толщина свариваемых деталей	7 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	УШ
9	Тип соединения	Н
10	Вид шва соединения	Ос, бп
11	Форма подготовки кромок	Н1
12	Положение при сварке	Н2
13	Защитный газ	СО ₂
14	Режим подогрева	Без подогрева
15	Режим термообработки	Без термообработки

Таблица А2 – Требования к сборке и сварке

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва			
 <p>$b=0-1 \text{ мм},$ $B=\text{не менее } 60 \text{ мм}.$</p>				
	$S_1, \text{мм}$	$S_2, \text{мм}$	$K, \text{мм}$	Число проходов в
	7	10	7	2
	5	10	5	2

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок сортового и листового металла, должна выполняться механическим способом или газовой резкой с последующей механической обработкой поверхности рез с удалением слоя толщиной не менее 1 мм. Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению, до сборки устранить зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями. В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности. Нанести спрей PINGO A660 на кромки и 20-30 мм на прилегающие к ним зоны металла.

Требования к сварочным материалам: перед применением проволока должна быть проконтролирована путем внешнего осмотра на предмет определения чистоты поверхности. При необходимости проволоку очистить от ржавчины и грязи травлением в 5 % растворе соляной, либо наждачной шкуркой до металлического блеска.

Способ сборки: на сборочно-сварочном стенде с применением УССП.

Требования к сборке: Величина нахлеста между деталями не менее 60 мм.

Сварочное оборудование: Сварочный полуавтомат Кедр MiG 509.

Таблица А3 – Параметры процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродной проволоки, мм	Вылет электродно й проволоки, мм	Род тока, полярност ь	Сварочны й ток, А	Напряжен ие дуго, В	Расхо д газа, л/мин
1-й	1,2	15	Пост.ток	190-210	24-26	10-16

2 -й	1,2	15	Обр. полярность	190-210	24-26	10-16
------	-----	----	--------------------	---------	-------	-------

Технологические требования к сварке: сварку выполнить на проход. Выполнить корневой слой шва зачистить от брызг, провести визуальный контроль поверхности шва, выполнить облицовочный слой шва. Дугу возбуждать между кромками или с поверхности выполненного участка шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. Выполненный шов должен быть зачищен до плавного перехода к основному металлу.

После окончания сварки со шва и околошовной зоны должен быть удалены наплывы и брызги металла. Удалить брызги металла после остывания шва (через 1- 2 минуты после потемнения) протирающим сухой тканью, или щелочью, уайт-спиритом.

Сваренный и зачищенный шов должен быть заклеен сварщиком присвоенным ему номером или знаком (клеймом). Клеймо проставляется на расстоянии 40-60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения несмываемым маркером.

Требования по контролю качества сварного соединения: перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, величину нахлеста. В процессе сварки контролю подлежат: порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры процесса сварки. После сварки контролю подлежат: клеймение, размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

Таблица А4 – Контроль сварных соединений

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 34.15.13296
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	

Разработал _____ Абдуманнап Х. У.
Согласовал _____ Гордынец А. С.

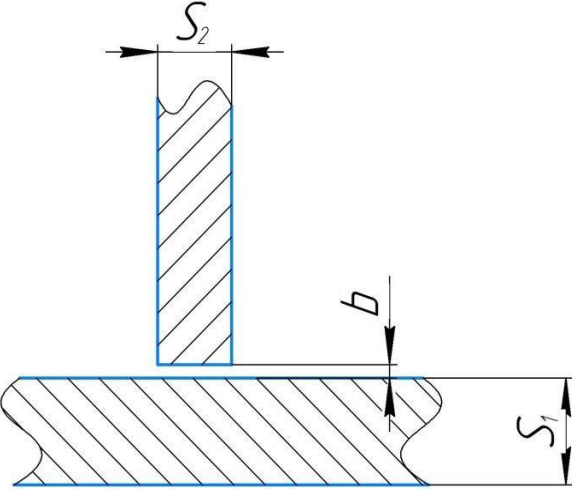
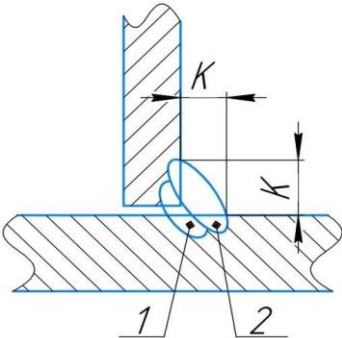
Карта технологического процесса сварки

Шифр однотипности – **МП-1-02У00/Т1**

Таблица А5 – Характеристики процесса

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76
2	Способ сварки	МП
3	Основной материал (марки)	09Г2С
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С
6	Толщина свариваемых деталей	7 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	УШ
9	Тип соединения	Т
10	Вид шва соединения	Ос, бп
11	Форма подготовки кромок	Т1
12	Положение при сварке	Н2
13	Защитный газ	СО ₂
14	Режим подогрева	Без подогрева
15	Режим термообработки	Без термообработки

Таблица А6 – Требования к сборке и сварке

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва			
 <p style="text-align: center;">$b=0-1,5 \text{ мм,}$</p>				
	$S_1, \text{мм}$	$S_2, \text{мм}$	$K, \text{мм}$	Число проходов в
	10	7	7	2
	10	5	5	2

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок сортового и листового металла, выполняться механическим способом или газовой резкой с последующей механической обработкой поверхности рез с удалением слоя толщиной не менее 1 мм. Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению, до сборки устранить зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями. В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности. Нанести спрей PINGO A660 на кромки и 20-30 мм на прилегающие к ним зоны металла.

Требования к сварочным материалам: перед применением проволока должна быть проконтролирована путем внешнего осмотра на предмет определения чистоты поверхности. При необходимости проволоку очистить от ржавчины и грязи травлением в 5 % растворе соляной, либо наждачной шкуркой до металлического блеска.

Способ сборки: на сборочно-сварочном стенде с применением УССП.

Требования к сборке: Зазор между деталями не более 1,5 мм.

Сварочное оборудование: Сварочный полуавтомат Кедр MiG 509.

Таблица А7 – Параметры процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр электродно й проволоки, мм	Вылет электродно й проволоки, мм	Род тока, полярност ь	Сварочны й ток, А	Напряжен ие дуги, В	Расхо д газа, л/мин
1-й	1,2	15	Пост.ток Обр. полярность	190-210	24-26	10-16
2 -й	1,2	15		190-210	24-26	10-16

Технологические требования к сварке: сварку выполнить на проход. Выполнить корневой слой шва зачистить от брызг, провести визуальный контроль поверхности шва, выполнить облицовочный слой шва. Дугу возбуждать между кромками или с поверхности выполненного участка шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги. Выполненный шов должен быть зачищен до плавного перехода к основному металлу.

После окончания сварки удалить брызги и спрей с поверхности шва и околошовной зоны металла после остывания (через 1- 2 минуты после потемнения) щеткой, ветошью или раствором уайт-спирита.

Сваренный и зачищенный шов должен быть заклеен сварщиком присвоенным ему номером или знаком (клеймом). Клеймо проставляется на расстоянии 40—60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения несмываемым маркером.

Сваренный и зачищенный шов должен быть заклеен сварщиком присвоенным ему номером или знаком (клеймом). Клеймо проставляется на расстоянии 40-60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения несмываемым маркером.

Требования по контролю качества сварного соединения: перед сваркой контролировать: конструктивные элементы подготовки кромок, чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей, величину нахлеста. В процессе сварки контролю подлежат: температура деталей и окружающего воздуха, порядок сварки соединения, режим сварки, толщина и ширина валика шва, технологические параметры процесса сварки. После сварки контролю подлежат: клеймение, размеры выполненного шва и качество сварного соединения.

Таблица А8 – Контроль сварных соединений

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 34.15.13296
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	

Разработал _____ Абдуманнап Х. У.

Согласовал _____ Гордынец А. С.

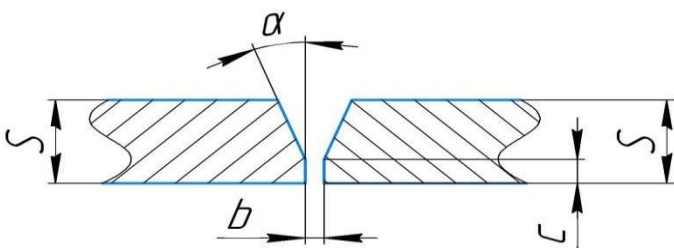
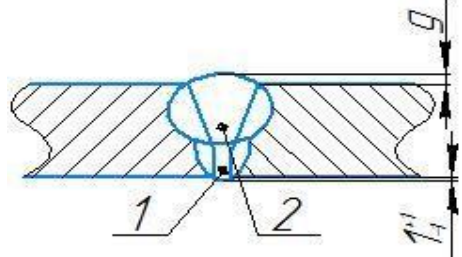
Карта технологического процесса сварки

Шифр однотипности – **МП-1-02С00/С17**

Таблица А9 – Характеристики процесса

№ пп	Наименование	Обозначение (показатели)
1	Нормативный документ	РД 34.15.132-96, ГОСТ 14771-76
2	Способ сварки	МП
3	Основной материал (марки)	09Г2С
4	Основной материал (группа)	М01
5	Сварочные материалы	Св-08Г2С
6	Толщина свариваемых деталей	7 мм
7	Диаметр деталей в зоне сварки	Плоские детали
8	Тип шва	СШ
9	Тип соединения	С
10	Вид шва соединения	Ос, бп
11	Форма подготовки кромок	С17
12	Положение при сварке	Н1
13	Защитный газ	СО ₂
14	Режим подогрева	Без подогрева
15	Режим термообработки	Без термообработки

Таблица А10 – Требования к сборке и сварке

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва			
 <p>$b=0-2 \text{ мм}, c=0-2 \text{ мм}$ $\alpha=18-22^\circ$</p>				
	S, мм	e, мм	g, мм	Число проходов
	7	6-10	0-2,0	2

Способ подготовки кромок и требования к сборке: Резка заготовок сортового металла, обработка кромок под сварку должны выполняться механическим способом или газовой резкой с последующей механической обработкой поверхности рез с удалением слоя толщиной не менее 1 мм. Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению, надлежит до сборки устранять зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника. Кромки собранных элементов и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм должны быть зачищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями. В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности. Нанести спрей PINGO A660 на кромки и 20-30 мм на прилегающие к ним зоны металла.

Требования к сварочным материалам: перед применением проволока должна быть проконтролирована путем внешнего осмотра на предмет определения чистоты поверхности.

Способ сборки: на прихватках.

Требования к сборке: допускается смещение свариваемых кромок элементов в плоскости перпендикулярной оси шва не более 1 мм.

Требования к прихваткам: выполнить прихватку длиной 20-30 мм, высотой 3-5 мм на расстоянии 50 мм от края собираемой детали.

Сварочное оборудование: Сварочный полуавтомат Кедр MiG 509.

Таблица А11 – Параметры процесса сварки

Номер слоя (валика)	Диаметр эл. пров., мм	Вылет электродной проволоки, мм	Род тока, полярность	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход газа, л/мин
Прихватки	1,2	15	Пост. ток Обр. полярность	230-250	26-28	10-16
1-й	1,2	15		230-250	26-28	10-16
2-й	1,2	15		230-250	26-28	10-16

Технологические требования к сварке: наложение шва поверх прихваток допускается только после зачистки кромок основного металла от брызг. Сварку выполнить на проход. Выполнить корневой слой шва, зачистить от брызг, провести визуальный контроль поверхности шва, выполнить облицовочный слой. Дугу возбуждать в разделке кромок или с поверхности выполненного участка шва. Сварочный ток должен быть минимальным, обеспечивающим нормальное ведение сварки и стабильное горение дуги.

Выполненный шов должен перекрывать кромки на 1–3 мм.

После окончания сварки удалить брызги и спрей с поверхности шва и околошовной зоны металла после остывания (через 1-2 минуты после потемнения) щеткой, ветошью или раствором уайт-спирита.

Сваренный и зачищенный шов должен быть заклеен сварщиком присвоенным ему номером или знаком (клеймом). Клеймо проставляется на расстоянии 40—60 мм от границы выполненного им шва сварного соединения несмываемым маркером.

Требования по контролю качества сварного соединения: Перед началом сварки проверяется: наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы; качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки; состояние кромок и прилегающих поверхностей; наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;

состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования.

В процессе сварки проверяется: режим сварки; размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва; наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Таблица А12 –Контроль сварных соединений

Метод контроля	Объем контроля	НД по методике контроля	НД по оценке качества
Визуальный	100 %	РД 03-606-03	РД 34.15.13296
Измерительный	100 %	РД 03-606-03	
УЗК	0,5 % от длины шва	ГОСТ Р 557242013	

Разработал _____ Абдуманнап Х. У.

Согласовал _____ Гордынец А. С.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА 02190.004

5

1

ТПУ ИШНК
отделение ЭИ

ФЮРА 02190.001

Коньковый узел трапецеидальной сварной

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение

высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Согласовал:

Доцент ОЭИ Гордынец А. С.

« ____ » _____ 2020 г.

Утвердил:

Руководитель ООП

Доцент ОЭИ Першина А.А.

« ____ » _____ 2020 г.

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ



на изготовление трехстержневого узла трапецеидальной сварной фермы

Проконтролировал:

Доцент ОЭИ Гордынец А. С.

« ____ » _____ 2020 г.

Разработал:

Студент гр. 3-1В51 Абдуманнап

« ____ » _____ 2020 г.

Дүдн.			
Взам.			
Падн.			

ФЮРА.02190.004

4

Разраб.	Абдуманнап Х.У.
---------	-----------------

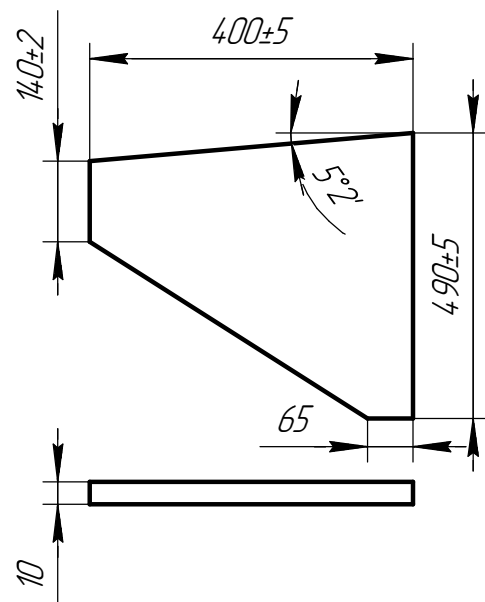
Проверил

ФЮРА.20190.001

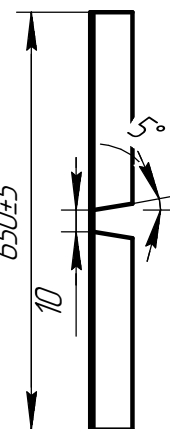
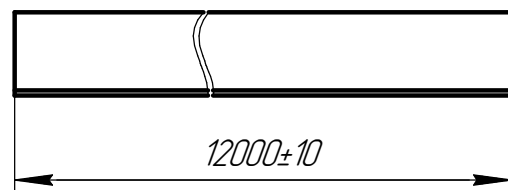
Н. контр.	Гордынец А.С.
-----------	---------------

Коньковый узел трапецеидальной сварной фермы

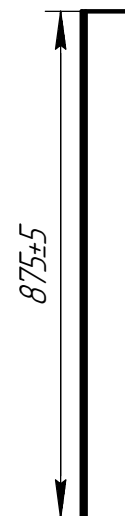
Заготовка 005



L 55x55x5



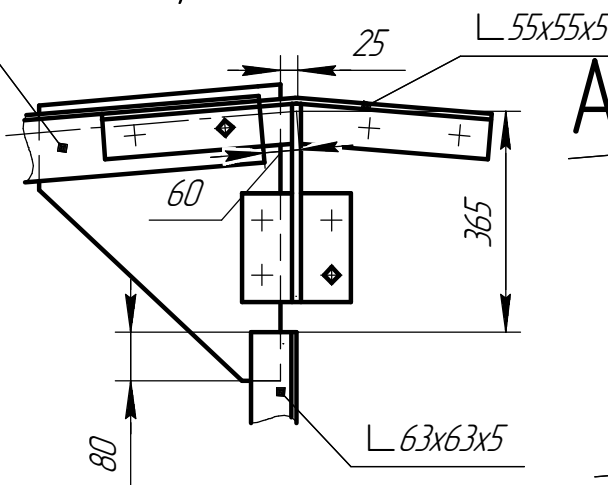
L 110x110x7



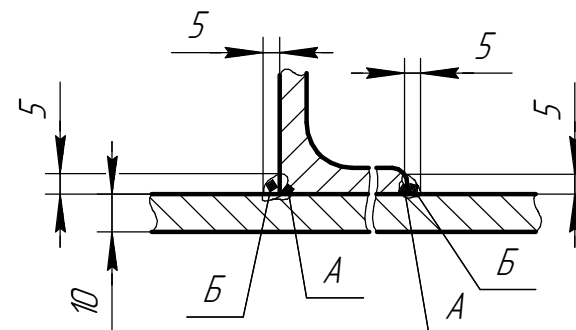
L 63x63x5

L 110x110x7

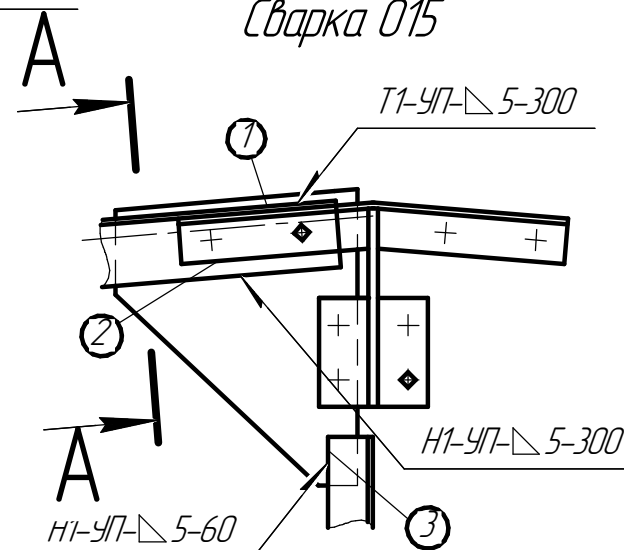
Σδορκα 010



Зазор между фасонкой и уголками не должен превышать 1 мм.



Сварка 015



Сварка по ГОСТ 14771-76
1,2,3 – порядок выполнения швов

А – корневой шов,
Б – облицовочный шов.

Дүдн.			
Взам.			
Падн.			

ФЮРА.02190.004

5

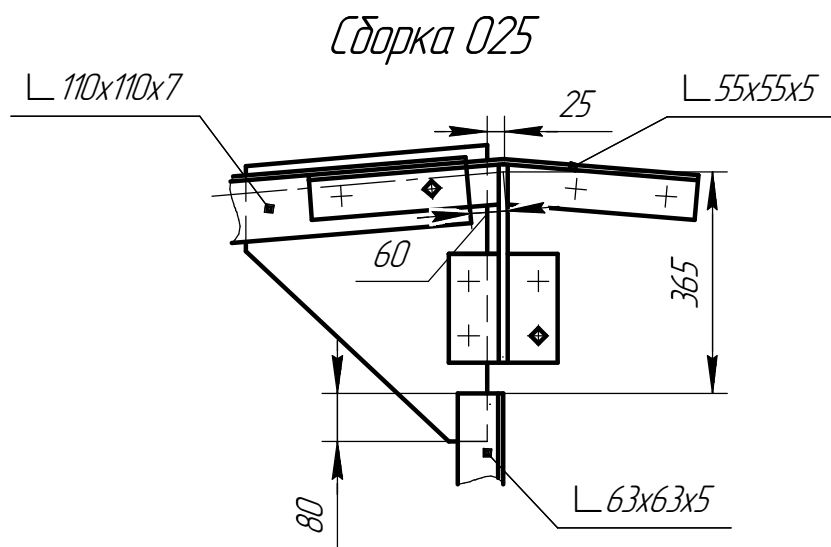
Разраб.	Абдулманнап Х.У.	
Проверил		

ФЮРА.20190.002

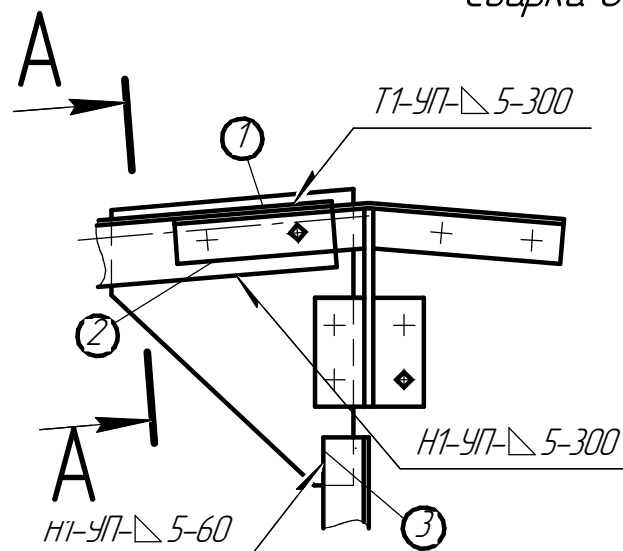
Н. контр.	Тордынец А.С.	
-----------	---------------	--

Коньковый узел трапецеидальной сварной фермы

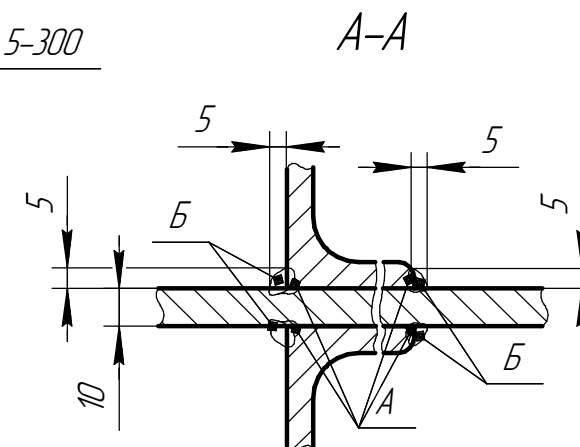
Сварка 030



Зазор между фасонкой и
уголками не должен
превышать 1 мм.



Сварка по ГОСТ 14771-76
1,2,3 – порядок выполнения швов



А – *корневой шов*,
Б – *облицовочный шов*.

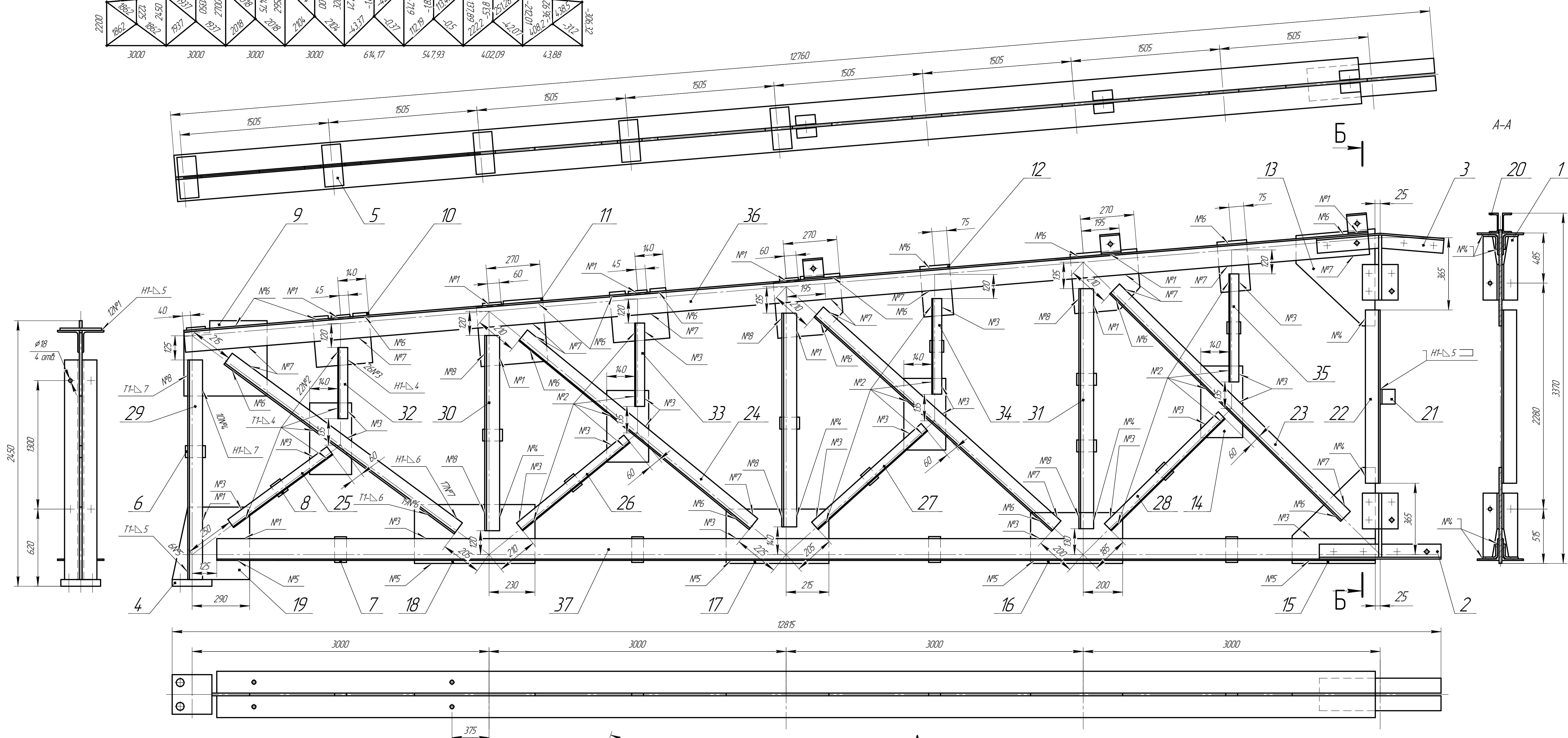
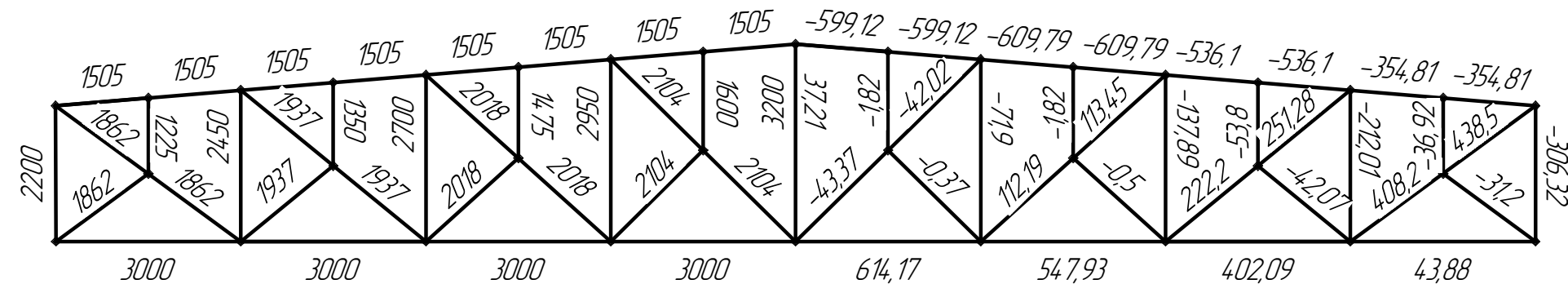
Приложение Б

(обязательное)

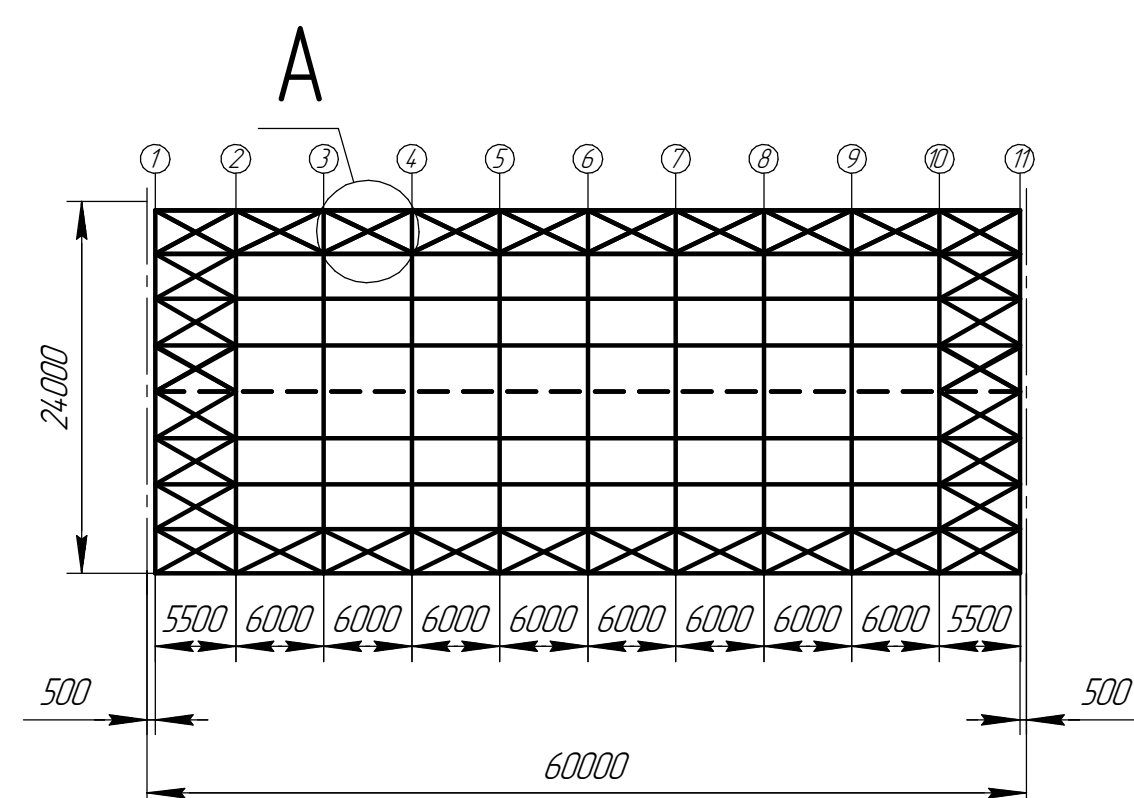
«Отправочная марка»

Ф-3 оси М 1 : 20, элементы М 1 : 10

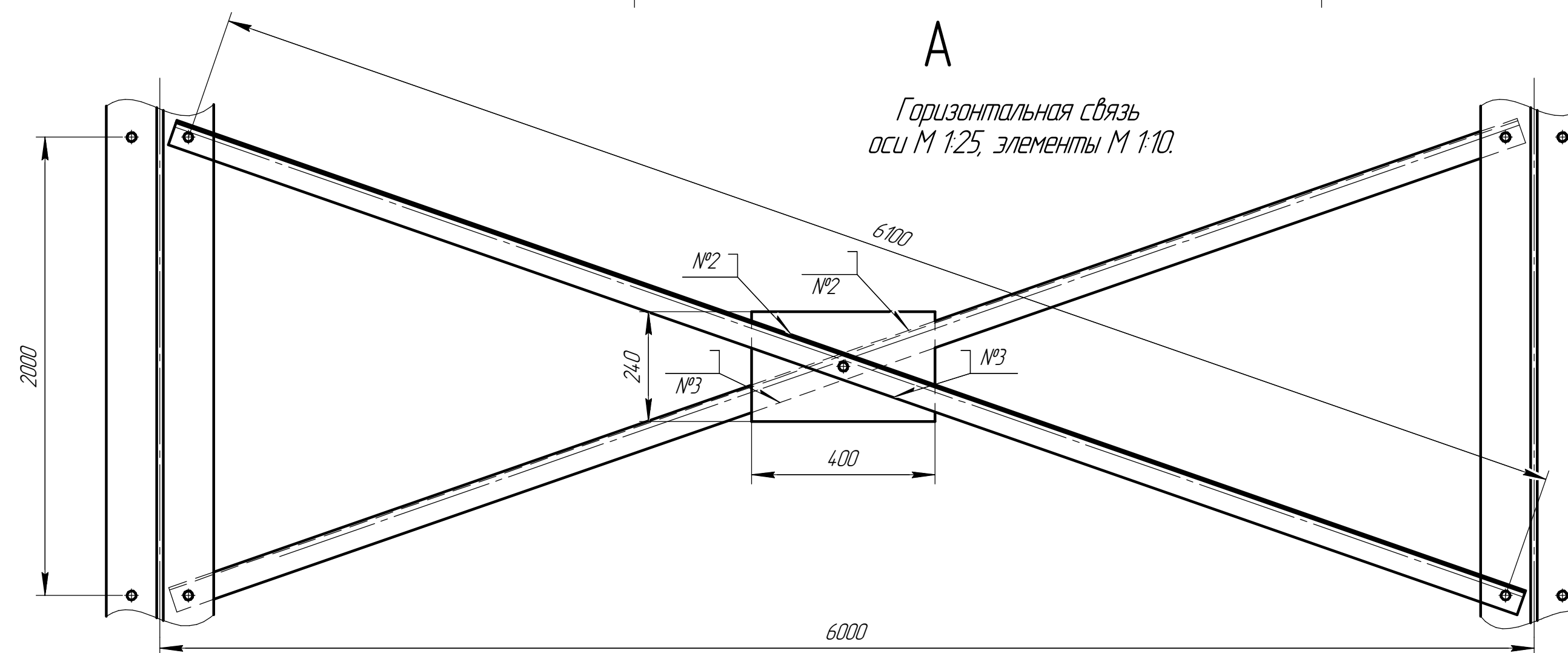
Усилия – кН



План перекрытия здания М 1:500



X - Горизонтальные связи
 — — - Вертикальные связи



Технические требования:

1. Сварка по ГОСТ 5264-80 электродами Э-46 ГОСТ 325-72.
2. Сухари варить швами с катетами соответствующим катетам швов для данного элемента фермы.

[illegible]